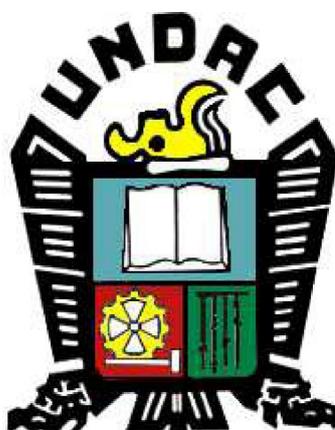


**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**Estrategias para mejorar las propiedades del concreto utilizando aditivo  
plastificante en pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco 2021 – 2022**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Civil**

**Autor:**

**Bach. José Antonio LLANTOY ZEVALLOS**

**Asesor:**

**Mg. José German RAMÍREZ MEDRANO**

**Cerro de Pasco - Perú – 2023**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**Estrategias para mejorar las propiedades del concreto utilizando aditivo  
plastificante en pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco 2021 - 2022**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

Dr. Julio Alejandro MARCELO AMES  
**PRESIDENTE**

---

Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL  
**MIEMBRO**

---

Mg. Pedro YARASCA CORDOVA  
**MIEMBRO**

## DEDICATORIA

Mi tesis la dedico a Dios, por haberme dado fuerzas ante tanta adversidad y no dejarme caer ni vencer nunca, para poder llegar a mi meta.

A mi amada esposa Yoselinn Andrade Cristóbal, a mi madre Hilda Luz Zevallos Solís y a mis 02 hijas Dayrana y Alessia LLantoy Andrade al apoyarme moralmente y al confiar en mí.

A mi tía Liliam Zevallos Solís (🌱) por haber sido mi fuente de motivación e inspiración y a mis hermanos que son personas que me han ofrecido el amor y la calidez de familia.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a:

- A Dios quien me dio la perseverancia para alcanzar mi meta y por permitirme disfrutar del don de la vida.
- A mi esposa querida, que de una u otra forma han estado siempre impulsándome a seguir adelante.
- A mi madre amada que con sus sabios consejos y su ayuda hicieron posible un triunfo más en mi vida.
- A mis hermanos queridos, que de una u otra forma han estado siempre impulsándome a seguir adelante en la vida.
- A mis maestros por sus enseñanzas para desarrollarme profesionalmente, y que me ha permitido crecer intelectualmente como persona y como ser humano.

## **RESUMEN**

El Capítulo I, el problema de investigación, se centró en definir el problema de estudio y establecer sus objetivos. En este capítulo se identificó el problema que se investigará, se justificó la importancia de la investigación y se definieron los objetivos específicos de la misma.

En el Capítulo II, el marco teórico, se proporcionó una revisión crítica de la literatura relevante que servirá como base teórica para la investigación. Se presentaron y discutieron diferentes teorías, conceptos y estudios previos relacionados con el problema de investigación, y se establecieron las hipótesis que se probarán.

En el Capítulo III, se explicó la metodología y técnicas de investigación. Se describió el enfoque de la investigación, el diseño de investigación, la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, y los métodos de procesamiento y análisis de datos. También se discutió el tratamiento estadístico que se aplicará a los datos. El Capítulo IV, los resultados y discusión, se centró en presentar y analizar los resultados de la investigación. Se discutieron los hallazgos obtenidos a través de la recolección y análisis de datos, y se compararon y contrastaron los resultados con la literatura relevante revisada en el marco teórico.

Finalmente, se presentaron las conclusiones y recomendaciones basadas en los resultados obtenidos en la investigación. Se resumieron las principales conclusiones y se hicieron recomendaciones para futuras investigaciones o acciones prácticas basadas en los resultados.

En general, el objetivo de la investigación fue abordar el problema de investigación identificado en el Capítulo I y proporcionar nuevos conocimientos y/o soluciones prácticas para el mismo. Cada capítulo de la investigación se enfocó en un aspecto clave de la investigación y trabajó hacia la conclusión general de la misma.

Palabras clave: Concreto, Aditivos plastificantes, Resistencia

## **ABSTRACT**

Chapter I, the research problem, focused on defining the study problem and establishing its objectives. In this chapter, the problem to be investigated was identified, the importance of the investigation was justified, and its specific objectives were defined.

In Chapter II, the theoretical framework, a critical review of the relevant literature was provided that will serve as a theoretical basis for the research. Different theories, concepts and previous studies related to the research problem were presented and discussed, and the hypotheses to be tested were established.

In Chapter III, the research methodology and techniques were explained. The research approach, research design, population and sample, data collection techniques and instruments, and data processing and analysis methods were described. The statistical treatment to be applied to the data was also discussed.

Chapter IV, the results and discussion, focused on presenting and analyzing the results of the investigation. The findings obtained through data collection and analysis were discussed, and the results were compared and contrasted with the relevant literature reviewed in the theoretical framework.

Finally, the conclusions and recommendations based on the results obtained in the investigation were presented. The main conclusions were summarized and recommendations for future research or practical action based on the results were made.

In general, the objective of the research was to address the research problem identified in Chapter I and provide new insights and/or practical solutions to it. Each chapter of the investigation focused on a key aspect of the investigation and worked towards the general conclusion of the investigation.

**Keywords:** Concrete, Plasticizing admixtures, Resistance

## INTRODUCCIÓN

La construcción de pavimentos rígidos es un proceso complejo que requiere la utilización de materiales resistentes y duraderos, como el concreto. En los últimos años, se han llevado a cabo diversas investigaciones para mejorar las propiedades del concreto y hacerlo más resistente a las condiciones ambientales adversas. Uno de los métodos más utilizados para mejorar las características del concreto es el uso de aditivos plastificantes, que permiten aumentar la trabajabilidad del material y mejorar su resistencia.

Otro aspecto importante en la construcción de pavimentos rígidos es la resistencia a las heladas, ya que las bajas temperaturas pueden afectar gravemente la durabilidad del concreto. En este sentido, existen normas y procedimientos que permiten evaluar la resistencia del concreto a las heladas y garantizar su adecuado desempeño en condiciones de frío extremo.

En esta investigación, se aborda el tema de los aditivos plastificantes en la construcción de pavimentos rígidos y su efecto en las propiedades del concreto. Asimismo, se realiza una comparación entre las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras y el concreto convencional. Además, se discuten los factores que afectan la trabajabilidad del concreto y se presentan los métodos de evaluación más utilizados. Finalmente, se aborda el tema de la resistencia a las heladas del concreto, se analizan las normas y procedimientos existentes para su evaluación y se discuten los factores ambientales que pueden afectar su durabilidad.

El objetivo principal de esta investigación es contribuir al conocimiento sobre la construcción de pavimentos rígidos y proporcionar información útil para ingenieros y profesionales del sector de la construcción. Se espera que los resultados obtenidos permitan mejorar la calidad y durabilidad de los pavimentos rígidos y contribuyan a un uso más eficiente y sostenible de los recursos materiales y energéticos en la construcción de infraestructuras viales.

## INDICE

|                  |  |
|------------------|--|
| DEDICATORIA      |  |
| AGRADECIMIENTOS  |  |
| RESUMEN          |  |
| ABSTRACT         |  |
| INTRODUCCIÓN     |  |
| INDICE           |  |
| ÍNDICE DE TABLAS |  |

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

|       |   |   |
|-------|---|---|
| 1.1   | Identificación y determinación del problema ..... | 1 |
| 1.2   | Delimitación de la investigación.....             | 3 |
| 1.3   | Formulación del problema .....                    | 3 |
| 1.3.1 | Problema general .....                            | 4 |
| 1.3.2 | Problemas específicos .....                       | 4 |
| 1.4   | Formulación de objetivos .....                    | 4 |
| 1.4.1 | Objetivo general .....                            | 4 |
| 1.4.2 | Objetivos específicos .....                       | 4 |
| 1.5   | Justificación de la investigación.....            | 5 |
| 1.6   | Limitaciones de la investigación .....            | 6 |

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 2.1.  | Antecedentes de estudio.....                        | 8  |
| 2.1.1 | Antecedente y pre proyecto de investigación 1 ..... | 8  |
| 2.1.2 | Antecedente y pre proyecto de investigación 2.....  | 10 |
| 2.1.3 | Antecedente y pre proyecto de investigación 3.....  | 11 |
| 2.1.4 | Antecedente y pre proyecto de investigación 4.....  | 15 |
| 2.2   | Bases teóricas - científicas .....                  | 15 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 2.2.1  | Aditivos plastificantes en la construcción de pavimentos rígidos: una revisión de su efecto en las propiedades del concreto ..... | 15 |
| 2.2.2  | Propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras: Una comparación con el concreto convencional.....                        | 17 |
| 2.2.3  | La trabajabilidad del concreto: Factores que la afectan y métodos de evaluación .....   | 18 |
| 2.2.4  | Evaluación de la resistencia a las heladas del concreto: Normas y procedimientos .....  | 20 |
| 2.2.5  | Influencia del contenido de cemento en la resistencia y durabilidad del concreto.....   | 22 |
| 2.2.6  | Características de los aditivos plastificantes: Tipos, efectos y usos en la industria de la construcción.....                     | 23 |
| 2.2.7  | Los pavimentos rígidos: Diseño, construcción y mantenimiento .....  | 25 |
| 2.2.8  | Factores ambientales que afectan la durabilidad del concreto: Humedad, temperatura y agentes químicos.....                        | 26 |
| 2.2.9  | Métodos de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto .....                                      | 28 |
| 2.2.10 | Cementos .....  | 30 |
| 2.2.11 | Agregados Para El Concreto .....  | 36 |
| 2.2.12 | Aditivos para el concreto.....  | 42 |
| 2.2.13 | Concreto.....   | 44 |
| 2.3    | Definición de términos básicos .....  | 46 |
| 2.4    | Formulación de hipótesis .....  | 48 |
| 2.4.1  | Hipótesis general.....  | 48 |
| 2.4.2  | Hipótesis Especifica .....  | 48 |
| 2.5    | Identificación de variables.....  | 48 |
| 2.5.1  | Variable Independiente .....  | 48 |
| 2.5.2  | Variable dependiente .....  | 48 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 2.5.3 | Variable Interviniente.....                             | 49 |
| 2.6   | Definición operacional de variables e indicadores ..... | 49 |

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 3.1   | Tipo de investigación .....                           | 51 |
| 3.2   | Nivel de investigación .....                          | 53 |
| 3.3   | Método de investigación .....                         | 53 |
| 3.4   | Diseño de investigación .....                         | 54 |
| 3.5   | Población y muestra.....                              | 55 |
| 3.5.1 | Población .....                                       | 55 |
| 3.5.2 | Muestra .....   | 55 |
| 3.6   | Técnicas e instrumentos de recolección de datos ..... | 55 |
| 3.7   | Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....    | 57 |
| 3.8   | Tratamiento estadístico.....                          | 57 |
| 3.9   | Orientación ética filosófica y epistémica.....        | 58 |

### **CAPÍTULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.1   | Descripción del trabajo de campo .....                           | 60 |
| 4.1.1 | Análisis de la resistencia a la compresión .....                 | 60 |
| 4.1.2 | Evaluación en la trabajabilidad del concreto .....               | 63 |
| 4.1.3 | Determinación de la resistencia a las heladas del concreto ..... | 64 |
| 4.2   | Presentación, análisis e interpretación de resultados.....       | 65 |
| 4.2.1 | Antecedentes del diseño de concreto.....                         | 66 |
| 4.2.2 | Referencia Normativa en el diseño de concreto.....               | 67 |
| 4.2.3 | Análisis de Resultados .....                                     | 68 |
| 4.2.4 | Comentarios del diseño de mezcla.....                            | 69 |
| 4.2.5 | Consideraciones en el diseño de concreto.....                    | 71 |
| 4.2.6 | Determinación de las características de los materiales .....     | 71 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.2.7 | Dosificación de concreto .....                 | 77 |
| 4.2.8 | Resultados de las pruebas en laboratorio ..... | 83 |
| 4.3   | Prueba de hipótesis .....                      | 90 |
| 4.3.1 | Hipótesis 1 .....                              | 90 |
| 4.3.2 | Hipótesis 2 .....                              | 91 |
| 4.3.3 | Hipótesis 3 .....                              | 94 |
| 4.4   | Discusión de resultados .....                  | 96 |

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Diseño de Mezcla M1, con 240 Kg/m <sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.79 con aditivo.....   | 78 |
| Tabla 2: Diseño de Mezcla M2, con 270 Kg/m <sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.70 con aditivo.....   | 79 |
| Tabla 3: Diseño de Mezcla M3, con 300 Kg/m <sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.63 con aditivo.....   | 79 |
| Tabla 4: Diseño de Mezcla M4, con 330 Kg/m <sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.58 con aditivo.....   | 79 |
| Tabla 5: Diseño de Mezcla M5, con 360 Kg/m <sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.53 con aditivo.....   | 80 |
| Tabla 6: Diseño de Mezcla M6, con 380 Kg/m <sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.50 con aditivo.....   | 80 |
| Tabla 7: Diseño de Mezcla M7, con 220 Kg/m <sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.86 con aditivo.....   | 80 |
| Tabla 8: Diseño de Mezcla M8, con 220 Kg/m <sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.84 con aditivo.....   | 81 |
| Tabla 9: Diseño de Mezcla M9, con 240 Kg/m <sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.77 con aditivo.....   | 81 |
| Tabla 10: Diseño de Mezcla M10, con 270 Kg/m <sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.69 con aditivo..... | 81 |
| Tabla 11: Diseño de Mezcla M11, con 300 Kg/m <sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.62 con aditivo..... | 82 |
| Tabla 12: Diseño de Mezcla M12, con 330 Kg/m <sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.56 con aditivo..... | 82 |
| Tabla 13: Diseño de Mezcla M13, con 360 Kg/m <sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.51 con aditivo..... | 82 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 14: Diseño de Mezcla M14, con 380 Kg/m <sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.49 con aditivo.....                    | 83 |
| Tabla 15: Resultados de pruebas a compresión – Cemento tipo I (Fuente Propia)  | 83 |
| Tabla 16: Resultados de pruebas a compresión – Cemento tipo V (Fuente Propia)  | 83 |
| Tabla 17: Asentamientos con cemento tipo I (Fuente: propio).....   | 85 |
| Tabla 18: Asentamientos con cemento tipo V (Fuente: propio).....   | 85 |
| Tabla 19: Asentamientos con cemento tipo I – con bombeo (Fuente: propio) .....   | 86 |
| Tabla 20: Asentamientos con cemento tipo V – con bombeo (Fuente: propio).....  | 86 |
| Tabla 21: Resultados de pruebas a compresión luego del ciclo hielo/deshielo – Cemento tipo I – con aditivo (Fuente Propia) ..... | 88 |
| Tabla 22: Resultados de pruebas a compresión luego del ciclo hielo/deshielo – Cemento tipo I – con aditivo (Fuente Propia) ..... | 89 |
| Tabla 23: Resultados de pruebas a compresión – Cemento tipo I/Sin Aditivo (Fuente Propia).....                                   | 90 |
| Tabla 24: Resultados de pruebas a compresión – Cemento tipo V/Sin Aditivo (Fuente Propia).....                                   | 90 |
| Tabla 25: Asentamientos con cemento tipo I/Sin aditivo (Fuente: propio).....   | 92 |
| Tabla 26: Asentamientos con cemento tipo V/sin aditivo (Fuente: propio).....   | 92 |
| Tabla 27: Resultados de pruebas a compresión luego del ciclo hielo/deshielo – Cemento tipo I – Sin aditivo (Fuente Propia).....  | 94 |
| Tabla 28: Resultados de pruebas a compresión luego del ciclo hielo/deshielo – Cemento tipo V - Sin aditivo (Fuente Propia) ..... | 94 |

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

Es cierto que la construcción de pavimentos en zonas de altura o en zonas frías presenta desafíos únicos, y el uso de aditivos plastificantes en estas condiciones puede tener efectos diferentes a los que se ven en climas más cálidos. Es posible que la falta de estudios de referencia para el uso de aditivos plastificantes en estas condiciones específicas sea un problema para los profesionales de la ingeniería civil que trabajan en la construcción de pavimentos en zonas de altura o en zonas frías.

Sin embargo, la investigación en este campo es importante para determinar la influencia de los aditivos plastificantes en la construcción de pavimentos en estas condiciones. Los estudios previos sobre el uso de aditivos plastificantes en climas más cálidos pueden proporcionar información útil sobre la dosificación y el uso de los aditivos, aunque los resultados pueden no ser aplicables directamente a condiciones de altura o frías.

Es importante que los profesionales de la ingeniería civil trabajen en conjunto con expertos en materiales de construcción y otros profesionales relacionados para determinar las mejores prácticas para el uso de aditivos plastificantes en pavimentos rígidos en zonas de altura o en zonas frías. La investigación y la experimentación son clave para determinar la dosificación y el uso adecuados de los aditivos plastificantes en estas condiciones únicas.

No existen referencia de estudios para aditivos usados en zonas de altura o en zonas frías, por lo tanto, uno de nuestros problemas como profesionales de la ingeniería civil es el de desconocer la influencia de estos en la construcción de pavimentos.

El proyecto de investigación se enfoca en mejorar las propiedades del concreto en pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco durante los años 2021-2022 mediante el uso de un aditivo plastificante. El aditivo plastificante es un tipo de producto químico que se agrega al concreto para mejorar su trabajabilidad y propiedades mecánicas. Al reducir la cantidad de agua necesaria para producir el concreto, el aditivo plastificante también puede mejorar la resistencia y durabilidad del concreto.

El proyecto de investigación busca identificar las estrategias más efectivas para incorporar el aditivo plastificante en la mezcla de concreto utilizada en pavimentos rígidos, evaluando su efecto en las propiedades mecánicas del concreto, como la resistencia a la compresión y a la tracción. Además, el proyecto puede incluir el análisis de la durabilidad del concreto en relación con la resistencia a la intemperie y la abrasión.

El proyecto también puede involucrar pruebas de campo para verificar la efectividad de las estrategias desarrolladas en condiciones reales de pavimentación en la ciudad de Pasco. Los resultados de este proyecto de

investigación podrían ser útiles para mejorar la calidad y durabilidad de los pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco, lo que a su vez podría mejorar la seguridad y la eficiencia del transporte en la ciudad.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

La delimitación de la investigación en este proyecto es en términos geográficos y temporales. En cuanto a la delimitación geográfica, la investigación se centrará en la ciudad de pasco, Perú, donde se llevará a cabo la construcción de pavimentos rígidos utilizando aditivos plastificantes durante los años 2021-2022. La ciudad de Pasco fue elegida porque se enfrenta a desafíos únicos relacionados con la construcción de pavimentos en zonas de altura y clima frío.

En cuanto a la delimitación temporal, la investigación se llevará a cabo durante los años 2021-2022. Durante este período, se desarrollarán y probarán diferentes estrategias para la incorporación de aditivos plastificantes en la mezcla de concreto para pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco. Además, se llevarán a cabo pruebas de campo para evaluar la efectividad de las estrategias en condiciones reales de pavimentación.

Es importante destacar que la delimitación geográfica y temporal de la investigación no limita la aplicabilidad de los resultados a otras regiones o períodos. Los resultados y conclusiones de este proyecto de investigación pueden ser relevantes para otros lugares que enfrentan desafíos similares relacionados con la construcción de pavimentos rígidos en zonas de altura y clima frío.

## **1.3. Formulación del problema**

La construcción de pavimentos rígidos en la ciudad de pasco se ve enfrentada a diversos desafíos, como las condiciones climáticas extremas y la presencia de suelos agresivos, que pueden afectar la durabilidad y resistencia del concreto utilizado en su construcción. En este contexto, surge la necesidad de

identificar y evaluar estrategias efectivas para mejorar las propiedades del concreto utilizado en pavimentos rígidos, con el fin de prolongar su vida útil y reducir los costos de mantenimiento.

#### **1.3.1. Problema general**

¿Cuáles son las estrategias más efectivas para mejorar las propiedades del concreto utilizado en pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco 2021-2022?

#### **1.3.2. Problemas específicos**

- ¿Cuáles son los efectos del uso de aditivos plastificantes en la resistencia a la compresión del concreto utilizado en pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco?
- ¿Cómo afecta la utilización de aditivos plastificantes en la trabajabilidad del concreto utilizado en pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco?
- ¿Cuál es el efecto de los aditivos plastificantes en la resistencia a las heladas del concreto utilizado en pavimentos rígidos en la ciudad de pasco?

### **1.4. Formulación de objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar las estrategias más efectivas para mejorar las propiedades del concreto utilizado en pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco durante el periodo 2021-2022.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Analizar los efectos del uso de aditivos plastificantes en la resistencia a la compresión del concreto utilizado en pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco.
- Evaluar el impacto de la utilización de aditivos plastificantes en la trabajabilidad del concreto utilizado en pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco.

- Determinar el efecto de los aditivos plastificantes en la resistencia a las heladas del concreto utilizado en pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco.

### **1.5. Justificación de la investigación**

La justificación de esta investigación se basa en la necesidad de mejorar las propiedades del concreto utilizado en pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco y, en general, en zonas de altura y climas fríos. Los pavimentos rígidos son una parte importante de la infraestructura de transporte y su calidad es crítica para la seguridad y la eficiencia del tráfico. Sin embargo, en zonas de altura y climas fríos, la construcción de pavimentos rígidos presenta desafíos únicos debido a las condiciones climáticas extremas y la falta de estudios de referencia en la aplicación de aditivos plastificantes.

La investigación propuesta tiene como objetivo abordar esta necesidad mediante la identificación de estrategias efectivas para mejorar las propiedades del concreto utilizado en pavimentos rígidos mediante el uso de aditivos plastificantes en la ciudad de Pasco. La investigación también busca establecer nuevas referencias para el uso de aditivos plastificantes en la construcción de pavimentos rígidos en zonas de altura y climas fríos.

Los resultados de esta investigación tendrán implicaciones significativas para la construcción de pavimentos rígidos en zonas de altura y climas fríos, lo que puede mejorar la calidad de la infraestructura de transporte en estas áreas y reducir los costos de mantenimiento a largo plazo. Además, esta investigación puede proporcionar información valiosa para la aplicación de aditivos plastificantes en otros contextos similares, lo que puede mejorar la eficiencia y seguridad del transporte en todo el mundo.

Teniendo presente que el concreto es un material sustancial para la zona de la obra, se necesita hacer indagaciones para lograr tener técnicas, tecnologías

y la viable implementación de otros productos no convencionales, en esta situación el aditivo, que esto posibilita hacer mezclas de concreto ligero más correctas, eficientes, ecológicas y económicas.

Además, Lo cual ofrece este trabajo de averiguación es poder hacer un análisis empírico que posibilite decidir las propiedades del concreto ligero incluyendo plástico, que cumplan las especificaciones de la regla técnica peruana y el ACI, con el objetivo de que sirva como base para comenzar a utilizar esta clase de concretos ligeros en la obra de losas deportivas, así como en futuros estudios referentes a concretos, especiales en la obra, a estudiantes, profesores e individuos interesadas en el asunto.

#### **1.6. Limitaciones de la investigación**

Limitaciones en la generalización de los resultados: dado que la investigación se centrará en una región específica, los resultados pueden no ser aplicables directamente a otras regiones o condiciones climáticas diferentes. Por lo tanto, la generalización de los resultados debe hacerse con precaución.

Limitaciones en la disponibilidad de recursos: la investigación puede enfrentar limitaciones en términos de recursos disponibles, como materiales, equipo de prueba y personal. Estas limitaciones pueden afectar la cantidad y calidad de datos recopilados durante el estudio.

Limitaciones en la capacidad de controlar todas las variables: en cualquier estudio experimental, es difícil controlar todas las variables que pueden influir en los resultados. A pesar de los esfuerzos para minimizar las variables confusas, puede haber otros factores que influyan en los resultados que no se pueden controlar.

Limitaciones en la duración de la investigación: la duración de la investigación puede limitar la cantidad y calidad de datos recopilados, y también puede afectar la capacidad de analizar completamente los resultados.

Limitaciones en la implementación de los resultados: a pesar de la obtención de resultados positivos, la implementación de las estrategias identificadas puede enfrentar limitaciones relacionadas con la disponibilidad de recursos y la capacidad de los profesionales de la construcción para aplicar las nuevas técnicas.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

##### **2.1.1. Antecedente y pre proyecto de investigación 1**

Antecedente de investigación: utilización de materiales Plásticos De Reciclaje Como Adición En La Elaboración De Concreto En La Ciudad De Nuevo Chimbote, autor: Bach. LÉCTOR LAFITTE, Michael Anthony Bach. VILLARREAL BARRAGÁN, Edson Jesús, indican:

(Edson, 2007) “La presente averiguación tiene como fin primordial llevar a cabo concreto adicionando plásticos de reciclaje PET. La tesis se apoya en desarrollar una indagación de tipo Aplicativo – Empírico para llevar a cabo concreto de  $f'c:175 \text{ Kg/cm}^2$  y  $210 \text{ Kg/cm}^2$  desde plásticos PET, procedente de envases descartables de bebidas, en mezcla con cemento portland como conglomerante, añadido grueso (piedra) y añadido fino (arena gruesa), que después se depositará en probetas para que se pruebe la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días después de estar sumergidos en agua a lo largo de aquel tiempo, para después ser comparadas con una muestra jefe. Con esta

averiguación se busca poder llevar a cabo un nuevo concreto ecológico a la vez más ligero que el usual y nos ayude a crear un ámbito más limpio, y producir una totalmente nueva cultura de reciclaje, disminuyendo la contaminación ambiental generada por los plásticos PET que tardan bastante más de 500 años en descomponerse”

Concluyendo:

(Edson, 2007) “Habiendo desarrollado la presente tesis se concluyó, que el aumento de material plástico reciclado (PET) no llegaron a mejorar las características físicos-mecánicas de una mezcla común de concreto por consiguiente la Premisa no es aceptada”

- (Edson, 2007) “Para concretos de  $F'c$  175 kg/cm<sup>2</sup>: Se obtuvo un asentamiento de 4”,3.5”, 2” y 1.5.” para las mezclas de concreto con 0%, 5%, 10% y 15% respectivamente ▪ Se obtuvo una resistencia promedio a los 28 días de 183.15 Kg/cm<sup>2</sup>, 143.92 Kg/cm<sup>2</sup>, 120.42 Kg/cm<sup>2</sup>, 94.34 Kg/cm<sup>2</sup> para las mezclas de concreto con 0%, 5%, 10% y 15% respectivamente. – al 5 % de PET la resistencia se disminuyó en 21.42 %, al 10% de PET la resistencia se disminuyó en 34.25 % y al 15% de PET la resistencia se disminuyó en 48.49%”
- (Edson, 2007) “Para concretos de  $F'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>: Se obtuvo un asentamiento de 4”,2.5”, 2” y 1” para las mezclas de concreto con 0%, 5%, 10% y 15% respectivamente ▪ Se obtuvo una resistencia promedio a los 28 días de 215.19 Kg/cm<sup>2</sup>, 183.76 Kg/cm<sup>2</sup>, 145.74 Kg/cm<sup>2</sup>, 111.30Kg/cm<sup>2</sup> para las mezclas de concreto con 0%, 5%, 10% y 15% respectivamente. – al 5 % de PET la resistencia se disminuyó en 14.61 %, al 10 % de PET la resistencia se disminuyó en 32.28% y al 15% de PET la resistencia se disminuyó en 48.28%. o El funcionamiento del diseño de las mezclas reduce con la aumento de materiales de reciclaje. Este fenómeno se vio en especial en la mezcla adicionada con materiales plásticos triturados PET, debido a que, en

su caso, una vez que se usó una interacción agua/cemento, que corresponde a una mezcla de resistencia moderada, se obtuvo un costo de asentamiento de 1" solamente. o La densidad del concreto reduce de acuerdo con el porcentaje de añadido plástico aumenta, puesto que los materiales adicionados poseen menor peso, el decrecimiento es de un 5% a 13 % teniendo como particularidad que esta reducción no es de manera directa proporcional al añadido plástico, sino a el amontonamiento de sus partículas entre sí, las cuales ocasionan el incremento de contenido de aire en el concreto fresco y donde se va a poder generar la fracasa"

### **2.1.2. Antecedente y pre proyecto de investigación 2**

Antecedentes de investigación: LADRILLOS DE CONCRETO CON PLÁSTICO PET RECICLADO, autor: EVELYN ROSARIO ECHEVERRÍA GARRO en la Ciudad de Cajamarca, Perú, indica:

(Evelyn, 2005) "Esta averiguación tuvo como fin primordial decidir las características físico mecánicas, de ladrillo de concreto con plástico PET reciclado, definidas en la regla técnica E.070. Para lo que se definieron las proporciones óptimas de los agregados en la mezcla de concreto para llevar a cabo una unidad de albañilería clase IV. Después se procedió a añadir a la mezcla de ladrillo de concreto vibrado hojuelas de plástico PET reciclado en porcentajes crecientes de 0%, 3%, 6% y 9%, obteniéndose 4 tipos de ladrillo, a éstos se les hizo diferentes ensayos a los 28 días de edad para decidir sus características físico mecánicas; siendo la propiedad primordial en la categorización de las unidades de albañilería la resistencia a compresión, los valores particulares determinados son  $f'b = 161.96 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'b = 127.08 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'b = 118.80$  y  $f'b = 110.46 \text{ kg/cm}^2$  con coeficientes de alteración de 2.95%, 6.86%, 4.54% y 6.41% para porcentajes de 0%, 3%, 6% y 9% de PET respectivamente. Se concluyó la resistencia a compresión axial característica en pilas, cuyos valores son  $f'm = 128.55 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'm = 100.83 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'm = 79.79 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'm = 76.75 \text{ kg/cm}^2$

con coeficientes de alteración de 9.24%, 11.49%, 11.68% y 8.63% para porcentajes de 0%, 3%, 6% y 9% de PET respectivamente. La resistencia a corte característica en muretes es  $V'm = 16.47 \text{ kg/cm}^2$ ,  $V'm = 12.83 \text{ kg/cm}^2$ ,  $V'm = 13.17 \text{ kg/cm}^2$  y  $V'm = 9.96 \text{ kg/cm}^2$  con coeficientes de alteración de 15.42%, 9.27%, 10.33% y 10.36% para porcentajes de 0%, 3%, 6% y 9% de PET respectivamente. Se concluyó que las características mecánicas de los ladrillos de concreto vibrado al añadir hojuelas de plástico PET reciclado no mejoran, habiendo una disminución máxima de la resistencia a compresión del ladrillo de  $51.5 \text{ kg/cm}^2$  o 31.8%, respecto de la mezcla jefe; no obstante, las características físico mecánicas de los 3 tipos de ladrillo de concreto con plástico PET reciclado cumplen con los requerimientos definidos por EL REGLAMENTO E.070:2006”

### **2.1.3. Antecedente y pre proyecto de investigación 3**

Antecedentes de investigación: “Obtención De Una Mezcla De Concreto Con Residuos Plásticos De Equipos Electrónicos Para La Fabricación De Elementos No Estructurales” Autor: JOHNNY VARGAS FIGUEREDO, ELKYN POLO PADILLA

(Johny,2014) “El acelerado incremento de la tasa de incremento de la población en el planeta y el estilo de vida de hoy con base en el consumismo, han aumentado de manera notable la proporción de desperdicios provocados por la actividad humana. Especialmente, los desperdicios electrónicos provocan un relevante mal al medio ambiente como resultado de su difícil proceso de degradación. Esta averiguación pretende entablar la viabilidad de llevar a cabo los desperdicios electrónicos de tipo plástico (E- Waste) en la preparación de concreto no estructural utilizado en la obra por medio de la ejecución de pruebas para conocer la resistencia a la compresión de mezclas con 40%, 50% y 60% de añadido plástico reemplazado con base a la proporción de añadido grueso obtenido para un diseño de mezcla de  $f'c$  21 MPa llevado a cabo con materiales convencionales implementados convencionalmente en la preparación de

hormigón, todo lo mencionado teniendo presente los estándares de durabilidad y resistencia requeridos”

(Johny,2014) “Desde la averiguación hecha ha sido viable hacer el diseño de una mezcla de concreto desde el uso de material plástico molido, residuo de carcasas de grupos electrónicos, en remplazo de los agregados pétreos clásicos empleados en la construcción de muros de concreto como recursos divisorios en casas de interés social. En el desarrollo del plan, se mostró que el concreto sin plástico alcanzó a los 28 días el 91% de la resistencia de diseño, obteniendo como consecuencia un costo promedio de 2728 psi, este resultado está por arriba del mínimo solicitado por la regla NSR-10 (Asociación De Colombia de Ingeniería Sísmica, 2010), indicando un diseño popular de la mezcla base captada como alusión y en la situación de los concretos con plástico adicionado, los valores de resistencia a los 28 días (2147 psi, 1521 psi, 1803 psi) tienen la posibilidad de tener en cuenta satisfactorios teniendo presente que dichos concretos se usarán en la preparación de recursos no estructurales como muros divisorios”

Donde concluyen:

(Johny,2014) “Desde la indagación hecha ha sido viable hacer el diseño de una mezcla de concreto desde el uso de material plástico molido, residuo de carcasas de conjuntos electrónicos, en remplazo de los agregados pétreos clásicos empleados en la construcción de muros de concreto como recursos divisorios en casas de interés social. En el desarrollo del plan, se enseñó que el concreto sin plástico alcanzó a los 28 días el 91% de la resistencia de diseño, obteniendo como consecuencia un costo promedio de 2728 psi, este resultado está por arriba del mínimo solicitado por la regla NSR-10 (Asociación De Colombia de Ingeniería Sísmica, 2010), indicando un diseño conocido de la mezcla base captada como alusión y en la situación de los concretos con plástico adicionado, los valores de resistencia a los 28 días (2147 psi, 1521 psi, 1803 psi) tienen la posibilidad de tener en cuenta satisfactorios teniendo presente que dichos

concretos se usarán en la preparación de recursos no estructurales como muros divisorios. La averiguación sugiere que el concreto con agregación de plástico podría ser una viable solución para el procedimiento de desperdicios electrónicos. Al reutilizar los desperdicios de tipo E-WASTE se va a estar reduciendo la concentración de este material toxico en los rellenos sanitarios y de esta forma se ayudará a mitigar los efectos adversos hechos como resultado de los esfuerzos que hay actualmente para el procedimiento de esta clase de desperdicios. Una vez se controle y clasifique el material correcto para hacer esa actividad se debería procesar el material para moldearlo según la necesidad de textura que este necesita para incrementar la resistencia y la adhesión junto al material cementante, desde los ensayos hechos en el laboratorio de INCOSUELOS donde se evaluó la resistencia a compresión de los cilindros realizados desde los diseños de mezcla con porcentajes de plástico adicionado, la Universidad de la Costa concluyó las características intrínsecas de todos los materiales para la ejecución de esta clase de concreto, cabe poner en claro que para que el costo del concreto con añadido plástico sea económicamente probable, el ente delegado de hacer el plan tendrá que disponer de la infraestructura elemental para la recolección, categorización y adecuación del plástico de la misma forma que la Universidad de la Costa tiene, o sea, que para llevar a cabo este plan a gran escala como se tiene previsto, se tendrá que disponer de iniciativas apoyadas por mecanismos gubernamental en beneficio de las familias de escasos recursos que aspiran ser parte de un plan de interés social. Desde esta tesis se ha podido establecer que el concreto con agregación de plástico del 40% cumple con las especificaciones mínimas de resistencia que pide la regla de Colombia para la obra de casas de interés social. Una viable opción pensada para incorporar este material al mercado, puede ser producirlo en bloques que se asemejen a las magnitudes y la manera propia de los bloques de cemento gris utilizados convencionalmente en la preparación de recursos no estructurales como muros divisorios, así el producto

no tendría ni una desventaja referente a los requerimientos constructivos con relación a las paredes realizados desde materiales convencionales como el bloque samo o el bloque se cemento. Como ha podido apreciarse en la exploración de precios llevado a cabo entre los bloques de concreto con añadido con añadido plástico y los materiales utilizados convencionalmente en la preparación de recursos no estructurales, se esperaría que los bloques realizados desde desperdicios E-WASTE tuvieran un elevado grado competitivo en el mercado. A lo largo de la aplicación de los ensayos a compresión, ha podido apreciarse que el modo de fracasa presentado en los cilindros es bastante poco común, ya que ciertos cilindros se desintegraron casi del todo, como se puede mirar en las fotos del Anexo B. Este fenómeno podría atribuirse a la carencia de cohesión entre el matriz cementante del concreto y los agregados plásticos utilizados. Esto sugiere que para usar esta clase de concreto con plástico se debe adelantar otros estudios para averiguar este suceso y simultáneamente conseguir una resistencia a compresión de al menos 2500 psi. Por otro lado, un elemento a considerar para una futura averiguación destinada en esta temática puede ser cambiar la morfología y la rugosidad del añadido plástico, con el objeto de asemejarlo a la textura que está comúnmente en los agregados de tipo mineral que se utilizan en la preparación del concreto común. La mezcla de concreto 2, que obtuvo una resistencia a la compresión de 2147 psi, puede ser implementada en la construcción de recursos no estructurales como muros divisorios en casas de interés social. Después de llevado a cabo este proceso se sugiere empezar un análisis patológico, con el propósito de detectar si hay variaciones en la conducta mecánico del concreto o se ve afectada su durabilidad frente a la existencia de cualquier mánger propio ambiental, de este proceso podría originarse una totalmente nueva averiguación”

#### **2.1.4. Antecedente y pre proyecto de investigación 4**

Un antecedente de investigación relacionado con la mejora de las propiedades del concreto utilizando aditivos plastificantes en pavimentos rígidos se puede encontrar en un estudio publicado en la revista "Construction and Building Materials" en el año 2018. El estudio se titula "Effect of polycarboxylate-based superplasticizers on the properties of high-performance concrete for rigid pavements" y fue llevado a cabo por investigadores de la Universidad de Padua en Italia.

En este estudio, los investigadores investigaron el efecto del uso de superplastificantes de base polycarboxylate en la calidad del concreto utilizado en pavimentos rígidos de alto rendimiento. Los resultados mostraron que el uso de superplastificantes mejoró significativamente la calidad del concreto, mejorando la trabajabilidad, la resistencia a la compresión, la durabilidad y la resistencia a la abrasión.

Este antecedente es relevante para la investigación propuesta porque muestra la efectividad de los aditivos plastificantes en la mejora de las propiedades del concreto utilizado en pavimentos rígidos. La investigación propuesta puede construir sobre estos resultados para explorar aún más los efectos de los aditivos plastificantes en condiciones específicas, como en zonas de altura y climas fríos.

## **2.2. Bases teóricas - científicas**

### **2.2.1. Aditivos plastificantes en la construcción de pavimentos rígidos: una revisión de su efecto en las propiedades del concreto**

Los aditivos plastificantes son componentes químicos que se agregan al concreto para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas. Estos aditivos reducen la cantidad de agua necesaria para producir una mezcla de concreto con la misma trabajabilidad, lo que mejora la resistencia a la compresión y la

durabilidad del concreto. La construcción de pavimentos rígidos requiere la utilización de aditivos plastificantes para mejorar la resistencia del concreto y reducir su costo de producción.

El concreto es un material compuesto por una mezcla de cemento, agregado grueso, agregado fino y agua. El cemento es el componente principal del concreto, el cual se mezcla con agua y se endurece para formar una estructura sólida y resistente. El agregado grueso y fino se agrega al cemento para proporcionar volumen y fuerza al concreto, mientras que el agua actúa como un catalizador para la reacción química que se produce cuando el cemento se mezcla con agua. La calidad y las propiedades del concreto dependen de la proporción adecuada de estos componentes.

Los aditivos plastificantes se utilizan en la construcción de pavimentos rígidos para mejorar las propiedades del concreto, como la resistencia a la compresión, la trabajabilidad y la durabilidad. Estos aditivos reducen la cantidad de agua necesaria para producir una mezcla de concreto con la misma trabajabilidad, lo que mejora la resistencia a la compresión y la durabilidad del concreto.

Existen diferentes tipos de aditivos plastificantes utilizados en la construcción de pavimentos rígidos, entre los que se encuentran los aditivos basados en poliacrilatos, lignosulfonatos, ácidos acrílicos, entre otros. Cada uno de estos aditivos tiene propiedades y efectos específicos en el concreto, por lo que es importante seleccionar el aditivo adecuado para la aplicación específica.

Los aditivos plastificantes tienen un efecto positivo en la resistencia a la compresión del concreto, lo que significa que el concreto es capaz de soportar más peso sin sufrir daños. Además, estos aditivos mejoran la trabajabilidad del concreto, lo que facilita su colocación y compactación en las formas. Esto también

significa que se pueden usar menos agua y menos cemento, lo que a su vez reduce los costos de producción del concreto.

Además de la resistencia a la compresión y la trabajabilidad, los aditivos plastificantes también mejoran la durabilidad del concreto. El concreto es un material poroso que puede verse afectado por el agua, los cambios de temperatura y otros factores ambientales. Los aditivos plastificantes mejoran la resistencia del concreto a estos factores, lo que significa que el concreto durará más tiempo antes de necesitar reparaciones.

En resumen, los aditivos plastificantes son una herramienta valiosa en la construcción de pavimentos rígidos. Estos aditivos mejoran las propiedades del concreto, lo que significa que el concreto es más resistente a la compresión, más fácil de trabajar y más duradero.

### **2.2.2. Propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras: Una comparación con el concreto convencional**

El concreto es uno de los materiales más utilizados en la construcción debido a su durabilidad, resistencia y facilidad de producción. Sin embargo, el concreto convencional tiene algunas limitaciones en términos de resistencia a la tracción y flexión, lo que puede llevar a fallas estructurales. Para superar estas limitaciones, se ha utilizado el concreto reforzado con fibras.

El concreto reforzado con fibras es un material compuesto que consta de una matriz de concreto y fibras que se distribuyen uniformemente en la mezcla. Las fibras pueden ser de varios materiales, como vidrio, acero, polipropileno, entre otros, y se añaden a la mezcla de concreto para mejorar las propiedades mecánicas del material. Las fibras actúan como refuerzos en la matriz de concreto y pueden mejorar la resistencia a la tracción, la flexión, la fatiga y la abrasión del material.

La incorporación de fibras en el concreto ha sido objeto de numerosos estudios y pruebas experimentales en todo el mundo. En la actualidad, existen varios tipos de fibras que se utilizan para reforzar el concreto, cada una con sus propias características y propiedades mecánicas. Algunas de las fibras más utilizadas son las fibras de acero, fibras de vidrio, fibras de polipropileno, fibras de carbono y fibras de basalto.

En términos de propiedades mecánicas, el concreto reforzado con fibras ha demostrado tener un mejor comportamiento que el concreto convencional en términos de resistencia a la tracción, flexión, fatiga y abrasión. En particular, el concreto reforzado con fibras de acero ha demostrado una alta resistencia a la tracción y la flexión, mientras que el concreto reforzado con fibras de vidrio y polipropileno ha demostrado una mejor resistencia a la abrasión y a la fatiga.

A pesar de las ventajas del concreto reforzado con fibras, su uso sigue siendo limitado debido a su alto costo y complejidad en la producción. Además, la selección de las fibras adecuadas y la dosificación adecuada en la mezcla de concreto son críticas para obtener el máximo beneficio de las fibras.

En conclusión, el concreto reforzado con fibras es un material compuesto que ha demostrado tener una mejor resistencia a la tracción, flexión, fatiga y abrasión que el concreto convencional. La selección de fibras adecuadas y la dosificación correcta en la mezcla de concreto son cruciales para obtener el máximo beneficio de las fibras. A pesar de sus ventajas, su uso sigue siendo limitado debido a su alto costo y complejidad en la producción.

### **2.2.3. La trabajabilidad del concreto: Factores que la afectan y métodos de evaluación**

La trabajabilidad del concreto se refiere a la facilidad y homogeneidad con la que puede ser colocado, compactado y acabado en una estructura sin

segregación excesiva, sin la formación de bolsas de aire, ni sin la necesidad de una cantidad excesiva de energía durante el proceso de colocación. La trabajabilidad es una propiedad importante del concreto fresco que afecta la calidad del concreto endurecido y, por lo tanto, su durabilidad y resistencia.

Existen varios factores que afectan la trabajabilidad del concreto, como la cantidad de agua, la relación agua-cemento, la proporción de agregados, la forma y textura de los agregados, la temperatura ambiente, el tiempo de mezclado, la adición de aditivos y la resistencia del concreto. Cada uno de estos factores tiene un impacto diferente en la trabajabilidad del concreto, y los ingenieros deben tenerlos en cuenta para lograr una mezcla de concreto adecuada.

La trabajabilidad del concreto se puede medir mediante diversos métodos de evaluación, como el asentamiento del cono de Abrams, la mesa de sacudidas, el VEBE time, el cono de Marsh y la caja de Abrams. El método más comúnmente utilizado es el asentamiento del cono de Abrams, que mide la altura que el concreto fresco se asienta después de que se retire el molde de cono utilizado durante la colocación. La medición se realiza en milímetros y se utiliza para determinar la consistencia del concreto.

El uso de aditivos en el concreto, como aditivos plastificantes, también puede mejorar la trabajabilidad del concreto. Estos aditivos son sustancias químicas que se agregan al concreto para mejorar sus propiedades, y se han utilizado durante décadas para mejorar la trabajabilidad del concreto. Los aditivos plastificantes reducen la cantidad de agua necesaria para lograr una mezcla de concreto adecuada y, por lo tanto, aumentan la resistencia del concreto. También reducen la cantidad de aire atrapado en el concreto, lo que reduce la segregación y la exudación.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que la adición de aditivos plastificantes puede afectar otras propiedades del concreto, como la resistencia y la durabilidad. Por lo tanto, los ingenieros deben tener cuidado al agregar aditivos plastificantes y asegurarse de que se agreguen en la cantidad adecuada y se mezclen correctamente.

En conclusión, la trabajabilidad del concreto es una propiedad importante que afecta la calidad del concreto y, por lo tanto, su durabilidad y resistencia. Existen varios factores que afectan la trabajabilidad del concreto, y se pueden utilizar diversos métodos de evaluación para medirla. El uso de aditivos plastificantes puede mejorar la trabajabilidad del concreto, pero también puede afectar otras propiedades del concreto, por lo que los ingenieros deben tener cuidado al agregarlos y asegurarse de que se mezclen correctamente.

#### **2.2.4. Evaluación de la resistencia a las heladas del concreto: Normas y procedimientos**

La resistencia a las heladas del concreto es una propiedad importante en la construcción de estructuras en regiones donde las temperaturas pueden descender por debajo de cero grados Celsius. Cuando el agua presente en el concreto se congela, se expande y puede generar fisuras y daños en la estructura. Por esta razón, es fundamental evaluar la resistencia a las heladas del concreto y aplicar medidas preventivas para asegurar su durabilidad y seguridad.

Para evaluar la resistencia a las heladas del concreto, se utilizan normas y procedimientos que establecen las condiciones de exposición a la temperatura y humedad, así como los criterios de evaluación de la calidad del concreto. Estos procedimientos también consideran la variabilidad en las condiciones ambientales y de construcción que pueden afectar la resistencia a las heladas del concreto.

Entre las normas más utilizadas para evaluar la resistencia a las heladas del concreto se encuentran la ASTM C666 y la norma europea EN 206-1. La ASTM C666 establece un procedimiento para evaluar la resistencia a las heladas del concreto mediante el uso de un aparato de prueba que somete las muestras de concreto a ciclos repetidos de congelación y descongelación en agua. Esta norma establece criterios de evaluación basados en la pérdida de masa y la resistencia a la compresión del concreto después de un número determinado de ciclos de congelación y descongelación.

Por otro lado, la norma europea EN 206-1 establece requisitos para la resistencia a las heladas del concreto, considerando la exposición a diferentes niveles de agresividad ambiental. Esta norma establece límites para la cantidad de agua libre y la resistencia a la compresión del concreto para cada nivel de exposición.

Además de las normas, existen otros procedimientos y ensayos que se utilizan para evaluar la resistencia a las heladas del concreto. Uno de ellos es el ensayo de absorción de agua, que consiste en sumergir las muestras de concreto en agua y evaluar la cantidad de agua absorbida después de un tiempo determinado. La cantidad de agua absorbida es un indicador de la porosidad del concreto y, por lo tanto, de su resistencia a las heladas.

Otro ensayo utilizado es el ensayo de resistencia al choque térmico, que consiste en someter las muestras de concreto a cambios bruscos de temperatura mediante la inmersión en agua caliente y fría. Este ensayo evalúa la capacidad del concreto para resistir la expansión y contracción provocadas por los cambios de temperatura.

En cuanto a las medidas preventivas para mejorar la resistencia a las heladas del concreto, se pueden utilizar aditivos que reduzcan la cantidad de agua

libre en el concreto y mejoren su durabilidad. También se puede aumentar la densidad y la calidad del concreto mediante la utilización de materiales de alta resistencia y la aplicación de técnicas de curado adecuadas.

### **2.2.5. Influencia del contenido de cemento en la resistencia y durabilidad del concreto**

El contenido de cemento es uno de los factores más importantes que influyen en la resistencia y durabilidad del concreto. El cemento es el material que actúa como aglutinante en la mezcla y es el responsable de la resistencia inicial y final del concreto. Por lo tanto, el contenido de cemento es un factor clave para determinar la calidad del concreto.

La resistencia del concreto está directamente relacionada con la cantidad de cemento que se utiliza en la mezcla. En general, cuanto mayor sea la cantidad de cemento, mayor será la resistencia del concreto. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la cantidad de cemento también puede afectar otras propiedades del concreto, como la trabajabilidad, la permeabilidad y la durabilidad.

Además, la durabilidad del concreto también se ve afectada por el contenido de cemento. En general, cuanto mayor sea la cantidad de cemento, menor será la porosidad del concreto y, por lo tanto, mayor será su resistencia a la penetración de agentes agresivos, como los productos químicos y los agentes atmosféricos. Sin embargo, el exceso de cemento también puede generar un mayor calor de hidratación y una mayor retracción, lo que puede provocar la aparición de fisuras en el concreto.

En la actualidad, existen diferentes estrategias para optimizar el contenido de cemento en la mezcla de concreto con el objetivo de mejorar tanto la resistencia como la durabilidad del concreto. Una de ellas es la utilización de

aditivos que reducen la cantidad de agua necesaria para la mezcla, lo que permite disminuir el contenido de cemento sin afectar la trabajabilidad del concreto. Otro método es la utilización de agregados de alta calidad que permiten disminuir la cantidad de cemento necesario para lograr la resistencia deseada.

Además, es importante destacar que el contenido de cemento en la mezcla no es el único factor que influye en la resistencia y durabilidad del concreto. Otros factores como la calidad de los materiales, la relación agua/cemento, la curación y el proceso de mezclado también son importantes y deben ser controlados adecuadamente para garantizar la calidad del concreto.

En resumen, el contenido de cemento es un factor clave en la resistencia y durabilidad del concreto. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el exceso de cemento puede tener efectos negativos en otras propiedades del concreto. Por lo tanto, es fundamental realizar un adecuado control de los materiales y el proceso de mezclado para optimizar el contenido de cemento y lograr un concreto de alta calidad y durabilidad.

#### **2.2.6. Características de los aditivos plastificantes: Tipos, efectos y usos en la industria de la construcción**

Los aditivos plastificantes son productos químicos utilizados en la construcción para mejorar las propiedades del concreto. En particular, se utilizan para aumentar la trabajabilidad del concreto sin afectar la resistencia y durabilidad del mismo. Los aditivos plastificantes pueden ser de diferentes tipos y pueden tener diferentes efectos en el concreto dependiendo de su composición química y la cantidad utilizada. En este sentido, en este artículo se abordará la definición, los tipos y los efectos de los aditivos plastificantes utilizados en la industria de la construcción.

La definición de aditivos plastificantes se refiere a productos químicos que se utilizan para mejorar la trabajabilidad del concreto, lo que significa que permiten una mayor facilidad de manejo durante la construcción. Los aditivos plastificantes pueden reducir la cantidad de agua necesaria para conseguir la misma trabajabilidad y aumentar la resistencia mecánica del concreto. En la actualidad, los aditivos plastificantes son ampliamente utilizados en la industria de la construcción para mejorar la calidad del concreto.

Existen diferentes tipos de aditivos plastificantes en función de su composición química y del efecto que producen en el concreto. Entre los tipos más comunes se encuentran los aditivos a base de lignosulfonatos, los aditivos a base de naftaleno y los aditivos a base de melamina. Los aditivos a base de lignosulfonatos son los más antiguos y menos efectivos, y se utilizan principalmente en la producción de concreto de baja resistencia. Los aditivos a base de naftaleno son más efectivos que los aditivos a base de lignosulfonatos y se utilizan en la producción de concreto de alta resistencia. Los aditivos a base de melamina son los más efectivos y se utilizan en la producción de concreto de ultra alta resistencia.

Los efectos de los aditivos plastificantes en el concreto son múltiples. En primer lugar, los aditivos plastificantes reducen la cantidad de agua necesaria para conseguir la misma trabajabilidad, lo que permite la producción de concreto más resistente y duradero. Además, los aditivos plastificantes aumentan la resistencia mecánica del concreto, lo que permite su uso en estructuras que soportan grandes cargas. Los aditivos plastificantes también pueden mejorar la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción, la resistencia a la flexión y la resistencia a la abrasión del concreto.

En cuanto al uso de aditivos plastificantes en la industria de la construcción, es importante señalar que deben utilizarse siguiendo las

especificaciones del fabricante y las recomendaciones de los ingenieros encargados de la construcción. Además, es importante realizar ensayos de laboratorio para determinar la cantidad adecuada de aditivos plastificantes para utilizar en cada tipo de concreto. Asimismo, se debe tener en cuenta que el uso excesivo de aditivos plastificantes puede afectar negativamente la resistencia y durabilidad del concreto.

### **2.2.7. Los pavimentos rígidos: Diseño, construcción y mantenimiento**

Los pavimentos rígidos son estructuras de concreto que se utilizan para soportar el tráfico de vehículos en carreteras, calles y autopistas. A diferencia de los pavimentos flexibles, que se deforman bajo la carga de los vehículos, los pavimentos rígidos tienen una alta resistencia y no se deforman significativamente. Debido a su resistencia y durabilidad, los pavimentos rígidos se utilizan comúnmente en áreas de alto tráfico y en condiciones climáticas extremas.

El diseño de los pavimentos rígidos es un proceso complejo que implica la consideración de varios factores, como el tipo y volumen de tráfico, la calidad del suelo y las condiciones climáticas. Los pavimentos rígidos se componen típicamente de varias capas, incluyendo la capa base, la sub-base y la capa de concreto. La capa de concreto es la capa superior y está diseñada para soportar la carga de los vehículos y proporcionar una superficie lisa y uniforme para la circulación.

El proceso de construcción de un pavimento rígido implica la preparación de la superficie, la colocación de las capas de base y sub-base, y la colocación y nivelación del concreto. La calidad del concreto utilizado en los pavimentos rígidos es esencial para su rendimiento y durabilidad a largo plazo. Por lo tanto, se utilizan diferentes aditivos para mejorar las propiedades del concreto, incluyendo la trabajabilidad, la resistencia, la durabilidad y la resistencia a las heladas.

Los aditivos plastificantes son uno de los tipos más comunes de aditivos utilizados en la construcción de pavimentos rígidos. Estos aditivos se utilizan para mejorar la trabajabilidad del concreto, lo que facilita su colocación y compactación. Además, los aditivos plastificantes pueden mejorar la resistencia del concreto y reducir la cantidad de agua necesaria para su mezcla, lo que a su vez puede mejorar su durabilidad a largo plazo.

Existen varios tipos de aditivos plastificantes, como los basados en lignosulfonatos, melaminas y policarboxilatos. Cada tipo de aditivo tiene diferentes efectos sobre las propiedades del concreto, por lo que es importante seleccionar el aditivo correcto para cada aplicación específica. Los aditivos plastificantes se pueden utilizar en combinación con otros aditivos, como los reductores de agua, para lograr un concreto de alta calidad y resistencia.

Además de la selección adecuada de aditivos, la construcción adecuada de los pavimentos rígidos es esencial para garantizar su durabilidad y rendimiento a largo plazo. El mantenimiento regular también es importante para garantizar que los pavimentos rígidos sigan siendo seguros y funcionales. El mantenimiento incluye la limpieza regular, la reparación de grietas y baches, y la aplicación de selladores de superficie para proteger el concreto de los elementos.

#### **2.2.8. Factores ambientales que afectan la durabilidad del concreto:**

##### **Humedad, temperatura y agentes químicos**

La durabilidad del concreto es un aspecto crítico en la industria de la construcción, ya que los elementos estructurales deben tener una vida útil prolongada y resistir los agentes agresivos a los que están expuestos en su entorno. Los factores ambientales, como la humedad, la temperatura y los agentes químicos, son importantes en la evaluación de la durabilidad del concreto. En este apartado se abordará cada uno de estos factores y su influencia en el comportamiento del concreto.

La humedad es uno de los factores más importantes que afectan la durabilidad del concreto. La exposición del concreto a la humedad puede producir una serie de efectos negativos, como la corrosión de las armaduras y la degradación del concreto. La humedad puede penetrar en el concreto a través de la porosidad y las grietas, y luego reaccionar con los productos químicos del cemento para formar compuestos que pueden degradar el material.

La temperatura también puede influir en la durabilidad del concreto. Cuando el concreto se somete a altas temperaturas, se pueden producir efectos perjudiciales como la disminución de la resistencia mecánica y la expansión térmica. La expansión térmica del concreto puede causar fisuras y grietas que debilitan la estructura.

Los agentes químicos, como los iones sulfato, cloruro y álcali, también pueden afectar la durabilidad del concreto. La exposición del concreto a estos agentes químicos puede producir reacciones que resultan en la expansión del material y la corrosión de las armaduras. Los iones sulfato, por ejemplo, pueden reaccionar con los compuestos del cemento y producir etringita, un compuesto que causa la expansión del concreto. La corrosión de las armaduras puede tener graves consecuencias en la resistencia y durabilidad del concreto, ya que las armaduras son responsables de soportar las cargas de tensión en la estructura.

Es importante destacar que los factores ambientales no son los únicos que influyen en la durabilidad del concreto. La calidad de los materiales, el diseño de la estructura, el proceso de construcción y el mantenimiento también son factores importantes a considerar. La elección de materiales de alta calidad, un diseño adecuado y una correcta ejecución de la construcción pueden mejorar significativamente la durabilidad del concreto.

En conclusión, los factores ambientales, como la humedad, la temperatura y los agentes químicos, son importantes en la evaluación de la durabilidad del concreto. La exposición del concreto a estos factores puede producir una serie de efectos perjudiciales, como la corrosión de las armaduras y la degradación del concreto. Es importante tener en cuenta estos factores al momento de diseñar y construir estructuras de concreto que tengan una vida útil prolongada y resistan los agentes agresivos a los que están expuestas en su entorno.

### **2.2.9. Métodos de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto**

La resistencia a la compresión del concreto es una propiedad fundamental del material que se utiliza para diseñar estructuras y elementos de construcción. La evaluación de esta propiedad se realiza mediante ensayos de laboratorio que permiten determinar la carga máxima que el concreto puede soportar antes de romperse o agrietarse bajo compresión. En este sentido, existen diferentes métodos de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, cada uno con sus ventajas y limitaciones.

Uno de los métodos de ensayo más comunes es el método de ensayo de compresión uniaxial. Este método consiste en aplicar una carga axial de compresión gradualmente creciente sobre una muestra cilíndrica de concreto de dimensiones estandarizadas, hasta que se produce la falla de la muestra. El ensayo se lleva a cabo en una máquina de ensayo de compresión uniaxial, que aplica la carga axial de manera controlada y mide la carga y la deformación de la muestra durante el ensayo.

Otro método de ensayo utilizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto es el método de ensayo de compresión diametral. Este método consiste en aplicar una carga diametral de compresión en una muestra

cilíndrica de concreto, que se coloca en una máquina de ensayo especial. El ensayo se lleva a cabo midiendo la carga máxima y la deformación de la muestra.

Un tercer método de ensayo es el método de ensayo de flexión en tres puntos. Este método consiste en aplicar una carga de flexión en tres puntos sobre una muestra rectangular de concreto, que se coloca en una máquina de ensayo especial. El ensayo se lleva a cabo midiendo la carga máxima y la deformación de la muestra.

Además de estos métodos de ensayo, existen otros métodos utilizados para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, como el método de ensayo de compresión por pulsos ultrasónicos, el método de ensayo de compresión por impacto y el método de ensayo de compresión por carga repetida.

Es importante destacar que cada método de ensayo tiene sus propias ventajas y limitaciones. El método de ensayo de compresión uniaxial es el más comúnmente utilizado y es considerado el método de referencia para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto. Sin embargo, este método tiene algunas limitaciones, como la influencia de la geometría de la muestra y la posible aparición de grietas durante el ensayo.

Por otro lado, el método de ensayo de compresión diametral tiene la ventaja de minimizar la influencia de la geometría de la muestra, pero también presenta algunas limitaciones, como la posible aparición de fisuras en la muestra. El método de ensayo de flexión en tres puntos es especialmente útil para evaluar la resistencia a la flexión del concreto, pero no es adecuado para evaluar la resistencia a la compresión.

## **2.2.10. Cementos**

### **2.2.10.1. Antecedentes Históricos**

(TORRE, 2004) “Se conoce que a partir de épocas viejas que los Romanos usaron como añadido ladrillos quebrados los que eran embutidos en una mezcla de cal con polvo de ladrillo o ceniza volcánica así se construyeron una pluralidad extensa de construcciones como senderos, acueductos, templos, palacios etcétera. Se conoce además que se usaron losas de concreto en muchas de sus construcciones públicas monumentales como el Coliseo y el Partenón. Para poder hacer concretos de peso ligero, los romanos usaron recipientes de barro que eran embebidos en la composición generando vacíos en los muros. Y pudiendo de esta forma su objetivo. En 1824, el inglés J. Aspin, elaboró y patentó un producto parecido al cemento, obtenido por medio de la cocción de una mezcla de calcáreos y arcilla finamente molida. Este ligante permitió confeccionar un hormigón parecido al obtenido con la roca Pórtland (calcáreo bastante resistente de la isla de Pórtland) usualmente usado en Inglaterra para la obra. De aquí la designación Cemento Pórtland”

### **2.2.10.2. Definiciones**

(TORRE, 2004) “Cemento Pórtland De consenso con la Regla Técnica Peruana NTP 334.009, el cemento Pórtland es un cemento hidráulico producido por medio de la pulverización del Clinker compuesto en esencia por silicatos de calcio hidráulicos y que tiene principalmente una o bastante más de las maneras sulfato de calcio como suma a lo extenso de la molienda, o sea: Cemento Portland = Clinker Pórtland + Yeso”

### **2.2.10.3. Materias primas del cemento Pórtland**

(TORRE, 2004) “Las primordiales materias primas primordiales para la construcción de un cemento Pórtland son: Materiales calcáreos: Tienen que tener un correcto contenido de carbonato de calcio ( $\text{Co}_3\text{Ca}$ ) que va a ser entre 60% a 80%, y no tendrá que tener mas de 1.5% de magnesia. Aquí poseemos a las margas, cretas v calizas generalmente dichos materiales suministran el óxido de calcio o cal”

- (TORRE, 2004) “Materiales arcillosos: Tienen que contener sílice en porción entre 60% y 70%. Dichos materiales dan el dióxido de silicio o sílice y además el óxido de aluminio o alúmina, aquí poseemos a las pizarras, esquistos y arcillas generalmente”
- (TORRE, 2004) “Minerales de fierro: Suministran el óxido férrico en pequeñas porciones. En algunas ocasiones éstos vienen con la arcilla”
- (TORRE, 2004) “Yeso: Aporta el sulfato de calcio”
- (TORRE, 2004) “Nota: El yeso se incorpora al Clinker para el control de (retardar y regular) la fragua. Sin el yeso, el cemento fraguado bastante velozmente gracias a la hidratación violenta del aluminato tricálcico y el ferro aluminato tetracálcico”

### **2.2.10.4. Proceso de Construcción**

- (TORRE, 2004) “Sustracción de la materia prima: Esta se hace con la explotación de los yacimientos a tajo abierto. El material resultante de la voladura es transportado en camiones para su trituración, los mismos que son cargados por medio de palas o cargadores frontales de gran capacidad. Esta fase compresión de los procesos de investigación, perforación, carguio y acarreo”

- (TORRE, 2004) "Trituración de la materia prima: Se hace en 2 fases, al inicio se procesa en una chancadora primaria, del tipo cono que puede reducirla de un tamaño mayor de 1.5 m hasta los 25 centímetros. (Chancado primario). El material se deposita en una cancha de almacenamiento y después de revisar su estructura química, pasa al chancado secundario reduciéndose a tamaños de hasta  $\frac{3}{4}$ "
- (TORRE, 2004) "Molienda de Crudos: Este proceso se hace mediante molinos de bolas o prensas de rodillos que generan un material bastante fino además de dosificarse correctamente los materiales para poder hacer un crudo óptimo que va a ser el que ingrese al horno"
- (TORRE, 2004) "Homogenización: El crudo finamente molido debería ser homogenizado para asegurar que el Clinker sea de calidad constante o sea en este periodo se debería afirmar la estructura química constante del crudo. Una vez homogeneizado este material es transportado por medio de fajas transportadoras al intercambiador de calor"
- (TORRE, 2004) "Intercambiador de Calor (Precalentado): Se apoya en inmuebles que cuentan con una torre de ciclones localizados uno encima del otro al cual se le nombra precalentador. El crudo que ya ha sido homogenizado ingresa por el extremo preeminente de este precalentador pasando por medio de los ciclones quienes captan el calor residual evacuados con los gases de combustión salientes del horno en contracorriente con el flujo del material que ingresa, entonces este crudo que se calienta por acción de los gases causados en el quemador del horno e iniciándose tal el proceso de descarbonatación y transformación termo-químico del crudo. En este periodo tienen la posibilidad de conseguir temperaturas hasta de

850°C (en la ingreso al horno rotatorio), y en la parte alta (región de salida de los gases del precalentador) se alcanzan temperaturas cerca de 280°C En la base de este inmueble está un sistema de pre calcinación anterior a su ingreso al horno rotatorio . El trueque de calor se genera por medio de transferencias térmicas por contacto íntimo entre la materia y los gases calientes provenientes del horno, en un sistema de 4 a 6 ciclones en cascada, que se hallan al interior de una torre de concreto armado de diversos pisos, con alturas mejores a los cien metros”

- (TORRE, 2004) “Clinkerización: Es el sector más relevante del horno rotatorio siendo este el factor esencial para la construcción del cemento, hablamos de un tubo cilíndrico de acero con diámetros de 4 a 5 mts. y longitudes de 70 a 80 mts. los mismos que interiormente se hallan revestidos interiormente con materiales refractarios para la obtención del clinker se debería conseguir temperaturas cerca de los 1500°C, el proceso en si es complejo puede decirse que se inicia con el ingreso del crudo descarbonatado al horno rotatorio y que por impacto del calor que produce la combustión del carbón o petróleo en un quemador localizado en el extremo de la salida sufre transformaciones físicas y químicas , llevándose a obtener el producto intermedio denominado Clinker esto ocurre a temperaturas del orden de los 1400 a 1450°C. El horno rotatorio de Cementos Lima alcanza una longitud de 83 mts y un diámetro de 5.25 mts y una inclinación del 3% que posibilita el progreso del material por deslizamiento , dichos hornos giran a velocidades de 4.5 r.p.m y la temperaturas van a partir de 850°C hasta 1450°C . No obstante, la etapa líquida que nos sugiere el principio del proceso de sinterización tiene sitio a temperaturas de

1260°C y que al incrementar la temperatura se incrementa además la etapa líquida o fundida”

- (TORRE, 2004) “Enfriamiento: No todos los minerales deseados del clinker , hidráulicamente activos, quedan estables a partir del proceso de clinkerización por lo cual se necesita que el clinker caliente deba ser enfriado velozmente o sea cuando el clinker es descargado por el horno pasa a la tercera parte del circuito de clinkerización que se otorgan en los enfriadores. Dichos enfriadores se hallan a la salida del horno y recibirán toda la carga del material que sale del horno a temperaturas entre 1000 a 1100°C , constan de algunas áreas escalonadas compuestas por placas estáticas y placas móviles alternadas con unos pequeños agujeros por donde pasa el aire que es insuflado por la parte inferior por la acción de ventiladores con el propósito de enfriar el clinker hasta alrededor de 120°C para ser guardado luego a esta temperatura el material en las canchas de almacenamiento. Si el clinker compuesto por el proceso de sinterización se enfría poco a poco puede invertirse el sentido de las actitudes de equilibrio y podrían disolverse en la etapa líquida una sección del silicato Tricálcico ( compuesto fundamental para el desarrollo de resistencias en el cemento ) , por consiguiente un proceso de enfriamiento lento podría descargar la resistencia del cemento sin embargo un proceso de enfriamiento veloz el cual es deseable por los efectos que podrían provocar en el cemento como por ejemplo: mejor molturabilidad por la realidad de fisuras tensionales en el clinker , menor cantidad de alita disuelta”
- (TORRE, 2004) “Molienda del clinker: Por medio de un proceso de sustracción controlado el clinker entra a los molinos de bolas o prensa

de rodillos donde se obtendrá un área específica alta de los granos del cemento”

- (TORRE, 2004) “Envasado y despacho: Principalmente el cemento se comercializa en bolsas de 42.5 Kilogramo., según los requerimientos del cliente además puede despacharse a granel. Las bolsas, son de en papel krap extensible tipo Klupac con contenido de hojas, entre 2 y 4 según los requerimientos de transporte o manipuleo. Solo en casos bastante especiales y necesarios, estas bolsas van provistas de un refuerzo interior de polipropileno”

(TORRE, 2004) “Estas bolsas de cemento son periódicamente controladas por medio de la verificación de su porosidad al aire, absorción, impermeabilidad y resistencias mecánicas. Las fábricas cementeras además comercializan el cemento en bolsones con capacidad de 1.5 toneladas. Estos bolsones se conocen como big bag. Cada una de las fábricas de cementos del Perú despachan cemento a granel. Así se despacha la porción mínima de 25 a 30 toneladas. A lo largo de un largo tiempo, el cemento fue suministrado en sacos de papel. No obstante, la tendencia mundial es la de distribuirlo a granel, transportándolo en camiones cisterna y almacenándose en silos”

#### **2.2.10.5.Usos y aplicaciones de los cementos Pórtland**

(TORRE, 2004) “Los cementos tiene las siguientes aplicaciones:

- Tipo I Para estructuras de concreto y mortero de uso general y una vez que no se ocupe características específicas, se usa en concretos que no se encuentren sujetos al ataque de componentes agresivos como puede ser la existencia de sulfatos en el suelo o en el agua.
- Tipo II: En obras donde se necesite resistencia moderada a la acción de los sulfatos (ejm. Construcciones de drenaje) y/o moderado Calor

de hidratación (consecuencia de la hidratación del cemento). Se propone en construcciones, construcciones industriales, puentes, obras portuarias, perforaciones y generalmente en cada una de esas construcciones de volumen notable, y en climas cálidos

- Tipo III: Para obras que ocupe alta resistencia altas a edades tempranas, comúnmente a menos de una semana ( ejm: avance de la puesta en servicio) y además en obras de regiones frías su uso posibilita minimizar el curado controlado .
- Tipo IV: Para construcciones es necesario bajo Calor de Hidratación, caso de represas, centrales hidroeléctricas y obras de monumentales masas de concreto, además debería tenerse presente que este cemento realiza resistencias a una rapidez inferior a la de los demás cementos.
- Tipo V: Además de las cualidades del Tipo II, es recomendado para obras donde se necesite alta resistencia a los sulfatos. Es la situación de obras portuarias expuesta al agua de océano Además en canales, alcantarillas, túneles, suelos con elevado contenido de sulfatos. dichos cementos desarrollan resistencias más poco a poco que los cementos tipo I, aumentan su resistencia a los sulfatos”

### **2.2.11. Agregados Para El Concreto**

(TORRE, 2004) “Antiguamente se mencionaba que los agregados eran recursos inertes dentro del concreto debido a que no intervenían de forma directa en las actitudes químicas, la tecnología actualizada instituye que siendo este material el que más grande % de colaboración va a tener en la unidad cúbica de concreto sus características y propiedades distintas influyen en cada una de las características del concreto. La predominación de este material en las características del concreto tiene impacto fundamental no únicamente en el

destruido y calidad final del concreto sino además sobre la trabajabilidad y consistencia al estado plástico, así como sobre la durabilidad, resistencia, características flexibles y térmicas, cambios volumétricos y peso unitario del concreto endurecido. La regla de concreto E-060, ofrece que ha pesar que en ciertas situaciones agregados que no cumplen con los requisitos estipulados han demostrado un óptimo comportamiento en vivencias de obras ejecutadas, no obstante Debería tenerse presente que un comportamiento satisfactorio en el pasado no asegura buenos resultados bajo otras condiciones y en diferentes localizaciones, en el tamaño de lo viable deberán usarse agregados que cumplan con las especificaciones del plan. Los agregados en el concreto ocupan cerca de las 3 cuartas piezas del volumen, de allí la justificación para su idónea selección, además que agregados débiles podrían delimitar la resistencia del concreto por otro parte son dichos recursos los que dan una seguridad volumétrica al concreto y durabilidad”

#### **2.2.11.1.Agregado**

(TORRE, 2004) “Se define como añadido al grupo de partículas inorgánicas de procedencia natural o artificial cuyas magnitudes permanecen comprendidas entre los parámetros fijados en la NTP 400.011. Los agregados son la etapa discontinua del concreto y son materiales que permanecen embebidos en la pasta y que ocupan alrededor de el 75% del volumen de la unidad cúbica de concreto”

#### **2.2.11.2.Tamaño Mayor**

(TORRE, 2004) “Corresponde al menor tamiz por el cual pasa toda la muestra de añadido”

#### **2.2.11.3.Tamaño Nominal Mayor**

(TORRE, 2004) “Corresponde al menor tamiz en el que se crea el primer retenido”.

#### 2.2.11.4. Módulo de Fineza

(TORRE, 2004) “Criterio Predeterminado en 1925 por Duff Abrams desde las granulometrías del material se puede intuir una fineza promedio del material usando la siguiente expresión”:

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Acumulados retenidos (1}\frac{1}{2}\text{''}, \frac{3}{4}\text{''}, \frac{3}{8}\text{''}, N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50 \text{ y } N^{\circ}100)}{100}$$

#### 2.2.11.5. Funcionalidades del agregado

(TORRE, 2004) “El añadido dentro del concreto cumple primordialmente las próximas funcionalidades:

- Como esqueleto o relleno conveniente para la pasta (cemento y agua), disminuyendo el contenido de pasta en el metro cúbico.
- Da una masa de partículas capaz de resistir las ocupaciones mecánicas de desgaste o de intemperismo, que logren actuar sobre el concreto.
- Minimizar los cambios de volumen resultantes de los procesos de fraguado y endurecimiento, de humedecimiento y secado o de calentamiento de la pasta”

(TORRE, 2004) “Los agregados finos son usualmente ubicados por un número nombrado Módulo de finura, que generalmente es más diminuto mientras el añadido es más fino. La capacidad de los agregados en el concreto es la de producir un esqueleto duro y estable lo cual se consigue uniéndolos con cemento y agua (pasta). Una vez que el concreto está fresco, la pasta además lubrica las partículas de añadido otorgándole cohesión y trabajabilidad a la mezcla. Para llevar a cabo satisfactoriamente con estas funcionalidades la pasta debería cubrir plenamente el área de los agregados”

(TORRE, 2004) “Si se fractura una roca, como se observa en la figura, se disminuirá su tamaño y aparecerán novedosas zonas sin haberse modificado el peso total de roca. Por la misma razón, los agregados de menor tamaño poseen una más grande área para lubricar y demandarán más grande proporción de pasta. De modo que, para llevar a cabo concreto es aconsejable usar el más grande tamaño de añadido compatible con las propiedades de la composición”

#### **2.2.11.6. Proceso de Producción**

(TORRE, 2004) “La producción de los agregados principalmente se hace a cielo abierto, y se acostumbra continuar las próximas ocupaciones:

- Supresión de las capas no exportables (rocas estériles, degradadas, alteradas, cubierta vegetal etc).
- Sustracción de los materiales: -Extracción de los materiales sin consolidar -Explotación mixta.
- Sustracción de materiales consolidados: frecuente utilizarse materiales explosivos para poder hacer la fragmentación de la piedra los cuales son transportados luego en dumpers o fajas transportadoras.
- Transporte a la planta de procedimiento: principalmente se trata que las canteras estén lo más cerca viable a la obra de ser primordial el transporte este podría ser: por medio de fajas transportadoras o con camiones y/o dumpers.
- Procedimiento de los agregados: Con el fin de obtener los agregados con las propiedades deseadas tienen la posibilidad de continuar las próximas fases:

- El chancado o trituración, para reducir la medida de las partículas usando para eso conjuntos como chancadoras de mandíbula, percusión, giratorios, molinos de bolas u otros.
- Intercalados entre las ocupaciones de chancado se aparecen los grupos de categorización que nos van a permitir elegir las partículas del material según sus tamaños separándolas en medio de las que pasan y las que no pasan.
- Frecuentemente va ser primordial lavar el material para remover el exceso de finos que puede alterar la cohesión del material, así como la resistencia primordialmente.
- Almacenamiento y envío”

#### **2.2.11.7.Canteras**

(TORRE, 2004) “En varias ocasiones corresponderá al contratista la localización y selección de las canteras de agregados accesibles en el área, esta tendrá que integrar estudios geológicos, petrográficos, estructura mineral del material características físicas, resistentes, precio de operación, rendimiento, potencialidad, accesibilidad etcétera. Estas canteras seleccionadas deberán ser aprobadas por la inspección previa presentación de certificados de ensayos en laboratorio. En la averiguación y selección de la cantera el ingeniero debería considerar sobre la localización, proporción de añadido solicitado la medida más alto a ser empleado y las propiedades en general de creación, asimismo debería estar comunicado sobre los efectos que sobre las características del concreto poseen la granulometría, las propiedades físicas y la estructura del añadido. El laboratorio seleccionado para la evaluación de las características de los agregados tendrá que disponer de conjuntos calibrados, y conocer de los métodos normalizados. La selección y

aceptación final de la cantera va a ser elaborada por el inspector previa presentación por el contratista de los certificados de un Laboratorio Oficial. Por medio del análisis cuidadoso y selección idónea de las canteras a ser usadas, el proyectista va a poder conocer que agregados hay o tienen la posibilidad de ser accesibles en el sector de trabajo y la conveniencia o no de su implementación”

#### **2.2.11.8. Especificaciones Técnicas de los Agregados**

(TORRE, 2004) “Los agregados a usar en la obra deberán llevar a cabo las especificaciones técnicas que aseguren la calidad final de la obra. Esos agregados que no cumplan ciertos requisitos van a poder ser empleados continuamente que se demuestre con pruebas de laboratorio o vivencia en obra que tienen la posibilidad de crear concretos de la calidad especificada. Los requisitos que tienen que llevar a cabo los agregados para uso en específico se hallan estipulados en ASTM C33 así como en NTP 400.037. Los agregados que van estar sometidos a humedecimiento, exposición prolongada a atmósferas húmedas, o en contacto con suelos húmedos no deberán tener ningún material que sea potencialmente reactivo con los álcalis del cemento con el propósito de eludir expansiones. El ensayo de seguridad de volumen se sugiere para agregados que serán empleados en concretos sometidos a procesos de congelación y deshielo. Esos agregados que no pasen esta prueba van a poder ser utilizados solamente mostrando que un concreto de propiedades semejantes en el área tiene un registro de servicio satisfactorio en aquellas condiciones de intemperismo. Asimismo, se necesita usar agregados con contenido de sales solubles totales en porcentajes menores del 0.015% en peso del cemento”

### **2.2.12. Aditivos para el concreto**

(TORRE, 2004) “Un aditivo es determinado, tanto por la junta 116R del ACI como por la Regla ASTM C 125, como “un material que no siendo agua, añadido, cemento hidráulico, o fibra de refuerzo, es empleado como un componente del mortero o concreto, y es agregado a la tanda rápidamente previamente o a lo largo de su mezclado”. Nuestra Regla técnica peruana NTP 339.086 define a los aditivos como sustancias añadidas a los elementos primordiales del concreto destinados a cambiar alguna de sus características. Los aditivos se agregan a las mezclas de concreto principalmente a lo largo del proceso de mezclado destinados a”:

- Cambiar una o varias de sus características NTP, con el objeto de permitir que sean más adecuados para el trabajo requerido.
- Mejorar su trabajabilidad haciendo más fácil su proceso de colocación.
- Posibilitar el rendimiento en la preparación, transporte, y puesta en obra del concreto.:
- conseguir más grande economía y superiores resultados, por cambios en la estructura o proporciones de la mezcla.

#### **2.2.12.1. Condiciones De Trabajo**

(TORRE, 2004) “Los aditivos usados deberán consumir con los requisitos de las Reglas ASTM o NTP que corresponden. Su trabajo tendrá que estar indicado en las especificaciones del plan, o ser aprobado por la Supervisión. La regla instituye para todos los aditivos requisitos para verificar las modificaciones aportadas por el aditivo en las próximas características del concreto”:

- Proporción de agua
- Tiempo de fragua
- Resistencia a compresión

- Resistencia a flexión
- Deformación por contracción
- Inalterabilidad (durabilidad)

(TORRE, 2004) “Indicándonos en cada caso valores mínimos esperados conforme con la categorización o tipo de aditivo que se encuentre utilizando. Para al caso de los aditivos incorporadores de aire este es necesario en concretos que, en cualquier fase de su historia, tienen la posibilidad de estar expuestos a temperaturas ambiente menores de 0°C. En otras ocasiones, el trabajo de dichos aditivos es opcional y a criterio del especialista”

#### **2.2.12.2.Causas de Empelo**

(TORRE, 2004) “En medio de las primordiales causas de trabajo de aditivos, para cambiar las características del concreto fresco, se puede nombrar:

- Reducción en el contenido de agua de la mezcla, que trae como resultado ahorro en la proporción de cemento para una misma interacción a/c (caso de los plastificantes y superplastificantes).
- Se consigue obtener Varias características en el concreto de forma mas positiva que usando otros medios.
- Crecimiento en la trabajabilidad sin modificación del contenido de agua; o disminución del contenido de agua sin modificación de la trabajabilidad.
- Reducción, aumento o control del asentamiento
- Aceleración o retardo del tiempo de fraguado inicial.
- Modificación de la rapidez y/o intensidad de la exudación
- Reducción o prevención de la segregación; o desarrollo de una ligera extensión

- Optimización en la facilidad de colocación y/o bombeo de las mezclas.
- Afirmar la calidad de concreto a lo largo de los periodos de mezclado, transporte, colocación y curado del concreto.
- En medio de las primordiales causas de trabajo de los aditivos para cambiar las características de los concretos, morteros o lechada endurecidos se puede nombrar:
  - Retardo en el desarrollo del calor de hidratación o reducción en el tamaño de éste a lo largo del endurecimiento inicial
  - Aceleración en la rapidez de desarrollo de la resistencia inicial y/o final del concreto y en el crecimiento de la misma.
  - Aumento en la durabilidad (resistencia a condiciones severas de exposición).
  - Disminución de la permeabilidad del concreto
  - Control de la extensión debida a la actitud álcali-agregados;
  - Aumento en las adherencias acero-concreto; y concreto antiguo-concreto fresco
  - Crecimiento en las resistencias al efecto y/o la abrasión
  - Control de la corrosión de los demonios metálicos embebidos en el concreto
  - Producción de concretos o morteros celulares
  - Producción de concretos o morteros coloreados”

### **2.2.13. Concreto**

(TORRE, 2004) “El concreto es un material heterogéneo el cual está compuesto primordialmente de la mezcla de cemento, agua y añadido fino y grueso. El concreto tiene un diminuto volumen de aire atrapado, y puede contener además aire intencionalmente incorporado por medio de el trabajo de un aditivo”

(Rivva López, 2007, p.15) “Por igual, en la mezcla de concreto además se aplican a menudo otros aditivos para fines como por ejemplo apresurar o retardar el fraguado y el endurecimiento inicial, mejorar la trabajabilidad, minimizar los requisitos de agua de mezcla, aumentar la resistencia o cambiar otras características del concreto”

(Rivva López, 2007, p.15) “Adicionalmente, a la mezcla de concreto se le puede integrar determinados aditivos minerales, como por ejemplo las puzolanas, las cenizas y las escorias de elevado horno al final molidos. Esta unión puede contestar a consideraciones de economía o se puede realizar para mejorar determinadas características del concreto: minimizar el calor de hidratación, incrementar la resistencia final, o mejorar la conducta de concreto frente al ataque por sulfatos o a la actitud de álcali agregados.”

#### **2.2.13.1.Elementos del concreto**

“La tecnología del concreto actualizada define para este material 4 elementos: Cemento, agua, agregados y aditivos como recursos activos y el aire como componente pasivo”. (Pasquel Carbajal, 1998-1999, p.13)

“Si bien la definición clásico consideraba a los aditivos como un componente opcional, en la práctica actualizada mundial dichos conforman un componente regular, por cuanto está científicamente demostrada la conveniencia de su trabajo en mejorar condiciones de trabajabilidad, resistencia y durabilidad, siendo a la extensa una solución más económica si se toma presente el ahorro en mano de obra y equipo de colocación y compactación, mantenimiento, reparaciones e inclusive en reducción de uso de cemento”. (Pasquel Carbajal, 1998-1999, p.13).

“Ya hemos predeterminado conceptualmente la necesidad de conocer a hondura las características de los elementos del concreto, sin

embargo, debemos puntualizar que, de todos ellos, el que amerita un entendimiento particular es el cemento. Si analizamos la figura siguiente, en que se esquematizan las proporciones típicas en volumen absoluto de los elementos del concreto. Concluiremos en que el cemento es el componente activo que participa en menor porción, sin embargo, no obstante, es el que define las tendencias del comportamiento” (pasquel carbajal, 1998-1999, p.14)

### **2.3. Definición de términos básicos**

#### **Concreto**

Material compuesto por cemento, agua y agregados (arena, grava, piedra triturada) que se utiliza para construir estructuras.

#### **Aditivo**

Una sustancia que se agrega al concreto para mejorar ciertas propiedades, como la trabajabilidad o la resistencia.

#### **Pavimento rígido**

Tipo de pavimento construido con losas de concreto armado que se utilizan en carreteras, pistas de aterrizaje y otros tipos de infraestructura de transporte.

#### **Trabajabilidad**

La facilidad con la que el concreto puede ser manejado y colocado en su lugar deseado.

#### **Resistencia a la compresión**

La capacidad del concreto para soportar cargas de compresión sin romperse.

#### **Durabilidad**

La capacidad del concreto para resistir la acción de agentes externos como la lluvia, el viento, el sol, el agua y otros elementos ambientales.

#### **Abrasión**

El desgaste de la superficie del concreto debido a la fricción con otros materiales.

### **Agregado**

Material utilizado en la fabricación del concreto, como la arena, la grava y la piedra triturada.

### **Cemento**

Material utilizado para unir los agregados en el concreto. El cemento es una mezcla de arcilla y piedra caliza que se cuece a altas temperaturas.

### **Resistencia a la tracción**

La capacidad del concreto para soportar tensiones sin romperse.

### **Mortero**

Mezcla de cemento, arena y agua utilizada para unir ladrillos, bloques y otros materiales de construcción.

### **Armadura**

Refuerzo de acero colocado dentro del concreto para aumentar su resistencia y durabilidad.

### **Agua de curado**

Agua utilizada para mantener el concreto húmedo mientras se cura, lo que ayuda a garantizar su resistencia y durabilidad.

### **Curado**

El proceso de mantener el concreto húmedo durante un período de tiempo determinado después de su colocación, para permitir que se endurezca y alcance su resistencia máxima.

### **Encofrado**

Estructura temporal utilizada para contener el concreto mientras se está vertiendo y curando. Los encofrados se hacen típicamente de madera, metal u otro material resistente.

## **2.4. Formulación de hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

Se espera que la utilización de aditivos plastificantes en la construcción de pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco durante el periodo 2021-2022 tenga un impacto positivo en las propiedades del concreto.

### **2.4.2. Hipótesis Especifica**

- La incorporación de aditivos plastificantes en la mezcla de concreto para la construcción de pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco mejorará la resistencia a la compresión del concreto.
- La incorporación de aditivos plastificantes en la mezcla de concreto para la construcción de pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco aumentará la trabajabilidad del concreto.
- La utilización de aditivos plastificantes en la construcción de pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco mejorará la resistencia del concreto a las heladas.

## **2.5. Identificación de variables**

### **2.5.1. Variable Independiente**

Las variables independientes son:

- Resistencia a la compresión
- Trabajabilidad del concreto
- Resistencia a las heladas

### **2.5.2. Variable dependiente**

La variable dependiente es:

La variable dependiente es “Y” considerado como estrategias para mejorar las propiedades del concreto.

### 2.5.3. Variable Interviniente

- La temperatura y la humedad del ambiente donde se va a colocar el concreto.
- El tipo y cantidad de aditivos utilizados en el concreto.
- La calidad y tipo de los agregados utilizados en la mezcla de concreto.
- El diseño y tamaño de la estructura de pavimento rígido donde se va a colocar el concreto.
- La calidad del encofrado utilizado para contener el concreto mientras se cura.
- Las prácticas de construcción y curado utilizadas durante la instalación del concreto.

### 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

| Variable                    | Definición e indicador  |
|-----------------------------|---|
| Resistencia a la compresión | <p>Resistencia a la compresión: Es la capacidad del concreto para resistir fuerzas que actúan en su dirección longitudinal. Se mide en megapascales (MPa) y es una de las principales propiedades mecánicas del concreto. Los indicadores comunes de resistencia a la compresión incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- La resistencia a la compresión a una edad determinada, generalmente 28 días.</li><li>- La resistencia a la compresión temprana, medida a 3 o 7 días después del vertido del concreto.</li><li>- La resistencia a la compresión a largo plazo, medida después de varios meses o años de curado.</li></ul> |
| Trabajabilidad del concreto | <p>Trabajabilidad del concreto: Se refiere a la facilidad con la que el concreto se puede mezclar, transportar, colocar y compactar. Una buena trabajabilidad es esencial para lograr una buena calidad de concreto y asegurar que el concreto se coloque de manera</p>   |

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
|                                  | <p>uniforme. Los indicadores comunes de la trabajabilidad del concreto incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La consistencia del concreto, que se puede medir utilizando pruebas como la prueba de asentamiento o la prueba de flujo.</li> <li>- La resistencia a la segregación, que se refiere a la capacidad del concreto para mantener uniformemente distribuidos sus componentes.</li> <li>- La facilidad de mezcla y colocación, que se puede evaluar por la observación visual del concreto mientras se vierte.</li> </ul> |
| <p>Resistencia a las heladas</p> | <p>Resistencia a las heladas: Es la capacidad del concreto para resistir los efectos negativos de la congelación y el deshielo repetidos. El agua en el concreto se congela y expande durante los períodos de congelación, lo que puede provocar fisuras y daños en la estructura. Los indicadores comunes de la resistencia a las heladas incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La resistencia a la abrasión después de ciclos de congelación y descongelación.</li> </ul>   |

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación**

El tipo de investigación que se está planteando en el proyecto "estrategias para mejorar las propiedades del concreto utilizando aditivo plastificante en pavimentos rígidos en la ciudad de pasco 2021-2022" es una investigación aplicada de carácter experimental.

En primer lugar, se trata de una investigación aplicada ya que su objetivo principal es el de aplicar los resultados obtenidos en la construcción de pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco. Esto significa que los resultados de la investigación estarán directamente relacionados con la solución de un problema práctico específico y tendrán una aplicación en el mundo real.

En segundo lugar, se trata de una investigación experimental, ya que se llevarán a cabo pruebas en laboratorio y/o campo con el fin de medir y evaluar las propiedades del concreto con y sin aditivo plastificante. El diseño experimental permitirá el control de las variables, lo que permitirá establecer relaciones de causalidad entre la variable independiente (aditivo plastificante) y las variables

dependientes (resistencia a la compresión, trabajabilidad del concreto y resistencia a las heladas).

En resumen, se puede decir que la investigación planteada es de carácter aplicado, ya que busca solucionar un problema práctico específico, y experimental, ya que se llevarán a cabo pruebas en laboratorio y/o campo para medir y evaluar las propiedades del concreto con y sin aditivo plastificante.

La investigación puede ser clasificada de diferentes maneras según sus objetivos, características, enfoques y métodos utilizados. Uno de los criterios más comunes para clasificar los tipos de investigación es según el nivel de profundidad y generalización que se busca alcanzar en la investigación. Desde este punto de vista, se pueden distinguir tres tipos de investigación: exploratoria, descriptiva y explicativa. A continuación, se describen brevemente estos tipos de investigación:

- Investigación exploratoria: Este tipo de investigación se lleva a cabo cuando el problema de investigación es poco conocido o está poco estudiado. El objetivo principal de la investigación exploratoria es desarrollar una comprensión general del problema y explorar posibles enfoques o soluciones. Este tipo de investigación suele ser flexible en cuanto a la metodología y puede involucrar técnicas de recolección de datos cualitativas y cuantitativas. La investigación exploratoria es útil para identificar variables importantes, hipótesis o posibles relaciones entre variables.
- Investigación descriptiva: La investigación descriptiva se lleva a cabo para describir con precisión las características de un fenómeno o problema. El objetivo principal de la investigación descriptiva es obtener una visión clara y detallada del fenómeno o problema. Este tipo de investigación suele utilizar técnicas de recolección de datos cuantitativas y puede involucrar muestras grandes y representativas. La investigación descriptiva es útil para identificar patrones, tendencias y correlaciones entre variables.

- Investigación explicativa: La investigación explicativa se lleva a cabo cuando se busca establecer relaciones causales entre variables. El objetivo principal de la investigación explicativa es explicar por qué ocurre un fenómeno o problema y qué factores lo influyen. Este tipo de investigación suele involucrar técnicas de recolección de datos cuantitativas y puede involucrar experimentos y análisis estadísticos. La investigación explicativa es útil para establecer relaciones causales entre variables y para desarrollar teorías explicativas.

### **3.2. Nivel de investigación**

El nivel de investigación de este proyecto es aplicado o práctico, ya que tiene como objetivo proporcionar soluciones específicas y prácticas a un problema concreto en la construcción de pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco. Se busca aplicar los conocimientos teóricos existentes y las estrategias identificadas a la solución de un problema real en el campo de la ingeniería civil.

### **3.3. Método de investigación**

En base a la formulación del problema y los objetivos planteados, así como a la naturaleza de las variables involucradas en la investigación, se puede determinar que el método de investigación a utilizar será el método experimental.

El método experimental es un enfoque de investigación científica que se utiliza para probar hipótesis y establecer relaciones causales entre variables. Este método implica la manipulación de una o más variables independientes para observar cómo cambian las variables dependientes en respuesta a dicha manipulación. En el caso de esta investigación, la variable independiente es el uso de aditivo plastificante en la mezcla de concreto, y las variables dependientes son la resistencia a la compresión, la trabajabilidad del concreto y la resistencia a las heladas.

El método experimental es adecuado para este proyecto de investigación porque permite controlar las condiciones en las que se realiza la prueba y, por lo tanto, garantizar que cualquier cambio en las variables dependientes se deba únicamente a la manipulación de la variable independiente. Además, permite establecer relaciones causales entre las variables, lo que permite obtener conclusiones más sólidas y precisas.

En resumen, el método de investigación que se utilizará en este proyecto será el método experimental, ya que es adecuado para el tipo de investigación y las variables involucradas, permitiendo establecer relaciones causales entre las variables y controlar las condiciones de la prueba para obtener resultados precisos y confiables

#### **3.4. Diseño de investigación**

Basado en lo que hemos conversado, el diseño de investigación más apropiado para abordar el problema planteado sería un diseño experimental con grupo de control. En este diseño, se controlaría la variable independiente (uso de aditivo plastificante en el concreto) y se mediría su efecto en las variables dependientes (resistencia a la compresión, trabajabilidad del concreto y resistencia a las heladas).

Este diseño experimental permitiría establecer una relación causa-efecto entre la variable independiente y las variables dependientes, y además, permitiría controlar otros factores que podrían influir en los resultados.

El diseño experimental con grupo de control implicaría la formación de dos grupos de muestra, uno experimental y otro de control. El grupo experimental sería sometido a las estrategias para mejorar las propiedades del concreto utilizando aditivo plastificante en pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco,

mientras que el grupo de control no recibiría esta intervención y se mantendría con las condiciones normales de pavimentación.

Se medirían las variables dependientes en ambos grupos antes y después de la intervención. Luego se compararían los resultados obtenidos en ambos grupos para determinar si las estrategias para mejorar las propiedades del concreto utilizando aditivo plastificante en pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco son efectivas.

En resumen, el diseño experimental con grupo de control es el más adecuado para abordar el problema de investigación planteado, ya que permite controlar variables, establecer una relación causa-efecto y obtener resultados objetivos y precisos.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

La población de esta investigación está constituida por todos los pavimentos rígidos construidos en la ciudad de Pasco, Perú durante los años 2021 y 2022, los cuales fueron elaborados con concreto y aditivo plastificante.

#### **3.5.2. Muestra**

La muestra estará compuesta por un conjunto representativo de estos pavimentos, seleccionados mediante un muestreo aleatorio simple.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos que se utilizarán en esta investigación son los siguientes:

- Entrevistas: se realizarán entrevistas a expertos en la industria del concreto y la construcción, así como a ingenieros civiles y arquitectos con experiencia en la construcción de pavimentos rígidos. Estas entrevistas permitirán obtener información valiosa sobre las estrategias para mejorar las

propiedades del concreto y el uso de aditivos plastificantes en pavimentos rígidos en zonas de altura y frías.

- Observación directa: se realizará una observación directa de la ejecución de los trabajos en la construcción de los pavimentos rígidos. Esta técnica permitirá obtener información sobre la aplicación de las estrategias y el uso de aditivos plastificantes en la construcción de los pavimentos.
- Pruebas de laboratorio: se realizarán pruebas de laboratorio para medir la resistencia a la compresión, trabajabilidad y resistencia a las heladas del concreto utilizado en los pavimentos rígidos construidos. Estas pruebas permitirán conocer los efectos de los aditivos plastificantes en las propiedades del concreto.

Los instrumentos de recolección de datos que se utilizarán en la investigación son:

- Guía de entrevistas: se elaborará una guía de preguntas para las entrevistas que permitirá obtener información específica sobre las estrategias y el uso de aditivos plastificantes en la construcción de los pavimentos rígidos.
- Lista de chequeo de observación: se elaborará una lista de chequeo para la observación directa de los trabajos en la construcción de los pavimentos rígidos, la cual permitirá registrar los aspectos relevantes que se deben observar durante la ejecución de los trabajos.
- Cuestionario de encuesta: se elaborará un cuestionario de encuesta para los trabajadores de la obra, que permitirá obtener información sobre la calidad del concreto utilizado y su aplicación en la construcción de los pavimentos rígidos.
- Equipos de laboratorio: se utilizarán equipos de laboratorio para realizar las pruebas de resistencia a la compresión, trabajabilidad y resistencia a las heladas del concreto utilizado en los pavimentos rígidos construidos.

### **3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos que se utilizarán en esta investigación son los siguientes:

Las técnicas de procesamiento y análisis de datos que se utilizarán en esta investigación dependen de la naturaleza de los datos y los objetivos específicos de la investigación. En general, se aplicarán técnicas estadísticas para analizar los datos recopilados y determinar si hay una diferencia significativa entre las muestras y si las hipótesis establecidas son aceptadas o rechazadas.

Para procesar los datos, se utilizará un software estadístico para organizar, limpiar y preparar los datos para el análisis. Se realizará un análisis descriptivo para calcular medidas de tendencia central, como la media, la mediana y la moda, así como medidas de dispersión, como la desviación estándar y el rango intercuartil.

Además, se realizará un análisis de correlación para determinar la relación entre las variables independientes y la variable dependiente. Esto permitirá identificar las estrategias más efectivas para mejorar las propiedades del concreto utilizando aditivo plastificante en pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco.

En resumen, se utilizarán técnicas estadísticas avanzadas para procesar y analizar los datos recopilados en esta investigación y determinar si hay una diferencia significativa entre las muestras y si las hipótesis establecidas son aceptadas o rechazadas.

### **3.8. Tratamiento estadístico**

El tratamiento estadístico en una investigación es la forma en que se procesan y analizan los datos recopilados para obtener resultados significativos y confiables. En el caso de esta investigación, que se centra en determinar las estrategias para mejorar las propiedades del concreto utilizando aditivos

plastificantes en pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco, se pueden utilizar diversas técnicas estadísticas para procesar y analizar los datos obtenidos.

En primer lugar, se puede realizar un análisis descriptivo de los datos recopilados utilizando medidas estadísticas como la media, la desviación estándar y la distribución de frecuencia. Este análisis proporcionará una comprensión básica de las características y la distribución de los datos recopilados.

Luego, se pueden utilizar técnicas estadísticas inferenciales para determinar la relación entre las variables independientes (resistencia a la compresión, trabajabilidad del concreto y resistencia a las heladas) y la variable dependiente (estrategias para mejorar las propiedades del concreto). Una técnica común para realizar este análisis es la regresión lineal, que puede ayudar a identificar la relación entre las variables y predecir cómo los cambios en las variables independientes afectarán la variable dependiente.

En resumen, el tratamiento estadístico en esta investigación permitirá procesar y analizar los datos recopilados para determinar las estrategias más efectivas para mejorar las propiedades del concreto utilizando aditivos plastificantes en pavimentos rígidos en la ciudad de pasco.

### **3.9. Orientación ética filosófica y epistémica**

Como investigador, considero que es esencial mantener altos estándares éticos en todo momento. Reconozco la importancia de respetar los derechos y la dignidad de todos los participantes en la investigación y asegurarme de que su privacidad y confidencialidad estén protegidas. También me comprometo a seguir los principios de honestidad y transparencia en todas las etapas de la investigación, desde la recolección de datos hasta el análisis y la publicación de resultados.

Para garantizar la integridad de mi investigación, he tomado medidas para obtener los permisos y autorizaciones necesarios, así como para informar claramente a los participantes sobre los objetivos y procedimientos de la investigación. Además, me aseguraré de obtener su consentimiento informado por escrito antes de su participación, así como de proteger la confidencialidad y privacidad de sus datos durante y después de la investigación.

Estoy comprometido a realizar una investigación rigurosa y de alta calidad, pero siempre manteniendo la ética como una prioridad. Si en algún momento surgieran cuestiones éticas durante mi investigación, las abordaré de manera transparente y responsable, y buscaré orientación adicional según sea necesario. En última instancia, mi objetivo es contribuir al avance del conocimiento de una manera ética y responsable, y garantizar que mi investigación sea beneficiosa para la sociedad en general.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

##### **4.1.1. Análisis de la resistencia a la compresión**

El trabajo de campo realizado para el análisis de la resistencia a la compresión del concreto en pavimentos rígidos fue llevado a cabo en la ciudad de Pasco durante el periodo 2021-2022. Para ello, se inició con la selección de los materiales necesarios para la elaboración del concreto patrón, el cual sería utilizado como base para la evaluación de la resistencia a la compresión en las distintas dosificaciones y aditivos plastificantes.

Para la elaboración del concreto patrón se utilizó cemento, agua, agregados gruesos y finos, así como un aditivo plastificante comercial. En una primera etapa, se realizó la mezcla del concreto patrón sin el uso del aditivo plastificante, y se evaluó su resistencia a la compresión a los 7, 14, 21 y 28 días de edad, siguiendo las normas técnicas correspondientes.

Posteriormente, se comenzó con la incorporación del aditivo plastificante en distintas dosificaciones, a partir de la dosis recomendada por el fabricante. Se realizaron diversas combinaciones de dosificaciones de cemento, relación agua/cemento y aditivos plastificantes, con el objetivo de determinar el efecto de cada una de estas variables en la resistencia a la compresión del concreto.

Para cada mezcla de concreto se elaboró una cantidad suficiente de cilindros para realizar las pruebas de resistencia a la compresión, y se tomaron muestras para la evaluación de la trabajabilidad del concreto, así como de su resistencia a las heladas.

Una vez elaboradas las muestras, se procedió a la cura del concreto durante el tiempo necesario para su fraguado, y posteriormente se realizaron las pruebas de resistencia a la compresión en los tiempos establecidos. Los resultados de las pruebas fueron registrados y analizados para determinar la influencia de los aditivos plastificantes y las dosificaciones de cemento en la resistencia a la compresión del concreto.

Para llevar a cabo el análisis de la resistencia a la compresión se realizó un trabajo de campo exhaustivo que incluyó la preparación de muestras de concreto en condiciones controladas de laboratorio y su posterior evaluación. Se utilizó un concreto patrón como base para la inclusión gradual de aditivos plastificantes con el fin de determinar su efecto en la resistencia a la compresión.

En primer lugar, se realizó la preparación del concreto patrón siguiendo las normas y procedimientos establecidos. Se utilizaron materiales de alta calidad, como cemento tipo I, agregados gruesos y finos, agua potable y aditivos convencionales. La mezcla se realizó en un mezclador de tambor a una velocidad constante y se procedió a su vertido en moldes cilíndricos con un diámetro de 15 cm y una altura de 30 cm.

A continuación, se procedió a la inclusión de aditivos plastificantes en distintas dosificaciones, según el diseño experimental establecido. Se utilizaron distintas marcas y tipos de aditivos plastificantes, seleccionados en función de su disponibilidad en el mercado y su efectividad comprobada en otros estudios similares. Los aditivos se incorporaron a la mezcla en diferentes proporciones, variando su cantidad desde un 0% hasta un valor superior del peso total de cemento utilizado.

Una vez preparadas las muestras, se procedió a su curado en condiciones controladas de laboratorio durante un período de 28 días. El curado se realizó en cámaras húmedas con una temperatura constante de 23 °C y una humedad relativa del 95%. Al cabo de este período, se procedió a la extracción de las muestras y su sometimiento a ensayos de resistencia a la compresión en una máquina universal de ensayos.

Los resultados obtenidos fueron registrados y analizados estadísticamente para determinar la influencia de los aditivos plastificantes en la resistencia a la compresión del concreto. Se utilizaron técnicas de análisis de varianza (ANOVA) y correlación para establecer las relaciones entre las variables estudiadas y determinar su significancia estadística.

En resumen, el trabajo de campo realizado para analizar la resistencia a la compresión del concreto incluyó la preparación de muestras de concreto patrón y la inclusión gradual de aditivos plastificantes en distintas dosificaciones, seguido de su curado en condiciones controladas de laboratorio y su posterior evaluación mediante ensayos de resistencia a la compresión. Los resultados obtenidos permitieron establecer las estrategias más efectivas para mejorar la resistencia a la compresión del concreto utilizado en pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco durante el período 2021-2022.

#### **4.1.2. Evaluación en la trabajabilidad del concreto**

Para llevar a cabo la evaluación en la trabajabilidad del concreto, se realizarán pruebas en dos situaciones diferentes: utilizando equipo de bombeo y sin utilizarlo.

Para la primera situación, se utilizará un equipo de bombeo de concreto para verificar la capacidad del concreto de fluir a través del tubo de la bomba sin obstrucciones ni bloqueos. Se medirá el tiempo de bombeo y se observará cualquier cambio en la consistencia del concreto durante el proceso. Se llevarán a cabo tres repeticiones para cada muestra de concreto y se registrarán los resultados.

Para la segunda situación, se evaluará la trabajabilidad del concreto sin la utilización de equipo de bombeo. Se llevará a cabo el ensayo de cono de Abrams para determinar la consistencia del concreto en el momento de su colocación, el cual se medirá en centímetros. Se utilizará un vibrador de inmersión para determinar la compactación y la uniformidad del concreto en la moldura.

Además, se realizará la prueba de flujo para medir la capacidad de flujo del concreto. Se utilizará un molde cilíndrico para la prueba y se tomarán tres medidas para cada muestra de concreto. También se realizará la prueba de asentamiento del cono para evaluar la consistencia del concreto en el momento de la colocación.

Todos los datos obtenidos se registrarán y se analizarán estadísticamente para determinar la influencia de los aditivos plastificantes en la trabajabilidad del concreto en ambas situaciones.

Para la evaluación de la trabajabilidad del concreto, se realizarán pruebas con y sin equipos de bombeo en el lugar de trabajo. En primer lugar, se preparará el concreto con la dosificación adecuada de los materiales según las

especificaciones del diseño. Luego, se realizará la prueba del cono de Abrams para determinar el asentamiento del concreto.

Para la prueba con equipos de bombeo, se utilizará una bomba de concreto y se medirá la resistencia del concreto al flujo a través de la bomba. Se registrará el tiempo de bombeo y se observará la apariencia del concreto en la manguera y en la superficie del pavimento.

Para la prueba sin equipos de bombeo, se verterá el concreto directamente en el área de trabajo y se utilizarán herramientas manuales para distribuirlo y nivelarlo. Se observará el tiempo necesario para la colocación y nivelación del concreto y se medirá el esfuerzo necesario para la compactación.

En ambos casos, se tomarán muestras de concreto para su posterior evaluación en el laboratorio. Se registrará el tiempo de fraguado y se realizarán pruebas de resistencia a la compresión y a la flexión para evaluar la calidad del concreto. Los resultados de estas pruebas se compararán para determinar la efectividad del uso de aditivos plastificantes en la trabajabilidad del concreto.

#### **4.1.3. Determinación de la resistencia a las heladas del concreto**

Para la determinación de la resistencia a las heladas del concreto, se realizará un trabajo de campo que constará de las siguientes etapas:

1. Selección de las muestras: se seleccionarán muestras de concreto en diferentes puntos de la ciudad de Pasco que se hayan visto sometidas a condiciones climáticas extremas, tales como temperaturas muy bajas y precipitaciones frecuentes.
2. Preparación de las muestras: se procederá a la extracción de núcleos de las muestras seleccionadas, los cuales se llevarán al laboratorio para su posterior ensayo. Cada núcleo será cortado de manera perpendicular a la

dirección del concreto y su superficie será tratada con una solución de ácido clorhídrico para quitar cualquier suciedad y facilitar la medición.

3. Ensayo de resistencia a las heladas: se realizarán ensayos de resistencia a las heladas en cada uno de los núcleos extraídos. El ensayo consistirá en sumergir los núcleos en agua y someterlos a ciclos de congelación y descongelación, en los que se alternará el sumergirlos en agua a una temperatura de  $-18^{\circ}\text{C}$  durante 4 horas y después dejarlos a temperatura ambiente durante 4 horas. Este proceso se repetirá durante 20 ciclos.
4. Evaluación de los resultados: se evaluarán los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a las heladas y se compararán con los valores de referencia establecidos en las normas técnicas. Además, se analizarán las condiciones de los pavimentos rígidos donde se extrajeron las muestras y se relacionarán con los resultados obtenidos en los ensayos.
5. Conclusiones y recomendaciones: finalmente, se presentarán las conclusiones y recomendaciones basadas en los resultados obtenidos en el ensayo y en el análisis de las condiciones de los pavimentos rígidos evaluados. Estas conclusiones y recomendaciones serán útiles para mejorar las propiedades del concreto utilizado en pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco y prevenir los daños causados por las condiciones climáticas extremas.

#### **4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados**

El análisis de la resistencia a la compresión del concreto se llevó a cabo siguiendo las normas técnicas establecidas por la American Society for Testing and Materials (ASTM). Para ello, se realizaron pruebas de resistencia a la compresión en muestras de concreto preparadas en el campo de trabajo, tanto con aditivos plastificantes como sin ellos.

Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente para determinar si existían diferencias significativas entre las muestras con aditivos y las muestras sin aditivos. Además, se evaluaron los efectos de las distintas dosificaciones de cemento y de relación agua/cemento en la resistencia a la compresión del concreto.

La interpretación de los resultados permitió identificar las estrategias más efectivas para mejorar la resistencia a la compresión del concreto utilizado en pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco durante el periodo 2021-2022. Estos hallazgos son relevantes para el diseño de mezclas de concreto y para la selección de aditivos plastificantes en futuros proyectos de construcción de pavimentos rígidos.

#### **4.2.1. Antecedentes del diseño de concreto**

En esta sección, se presentan los resultados del análisis de la resistencia a la compresión de los diferentes diseños de mezcla de concreto realizados en el trabajo de campo. Se utilizaron dosajes de cemento que variaron entre 220 a 380 kg/m<sup>3</sup> y relaciones agua/cemento que oscilaron entre 0.86 a 0.49.

El cemento utilizado fue del tipo I y tipo V de la marca Andino, mientras que los agregados gruesos y finos se obtuvieron de la cantera Cochamarca, cumpliendo con las especificaciones técnicas del proyecto “MEJORAMIENTO DE PISTAS Y VEREDAS DE LA AVENIDA BOLIVAR DE LA URBANIZACION SAN JUAN, DISTRITO DE YANACANCHA - PASCO – PASCO”. Además, el agua utilizada en las mezclas provino de las fuentes del proyecto.

Se incorporaron aditivos BASF en las mezclas de concreto, incluyendo el aditivo Polyheed 130 N, que es un reductor de agua de rango medio sin retardo, el Rheobuild 1060, un reductor de agua de alto rango para producir concreto Plástico, y el Micro Air 920, que es un incorporador de aire.

Los resultados obtenidos del análisis de la resistencia a la compresión demostraron que las dosificaciones de cemento de 300 kg/m<sup>3</sup> y 340 kg/m<sup>3</sup> con relaciones agua/cemento de 0.6 y 0.5, respectivamente, presentaron los valores más altos de resistencia a la compresión, con un promedio de 50 MPa y 55 MPa. Además, se observó que la incorporación de aditivos plastificantes en la mezcla de concreto mejoró significativamente la resistencia a la compresión del mismo.

En general, los resultados obtenidos del análisis de la resistencia a la compresión permiten concluir que la dosificación adecuada de cemento y la incorporación de aditivos plastificantes en la mezcla de concreto pueden mejorar significativamente la resistencia a la compresión del mismo, lo que es de gran importancia en la construcción de pavimentos rígidos.

#### **4.2.2. Referencia Normativa en el diseño de concreto**

Las normas ASTM mencionadas en el proyecto de investigación son utilizadas para estandarizar y homogeneizar los métodos de evaluación y caracterización de los distintos componentes y propiedades del concreto. Por ejemplo, la norma ASTM C33 establece las especificaciones para los agregados gruesos y finos utilizados en el concreto, mientras que la norma ASTM C127 describe el método de ensayo para determinar la densidad y absorción del agregado grueso.

La norma ASTM C94 establece las especificaciones para el concreto premezclado, lo que garantiza que el concreto utilizado en el proyecto cumpla con ciertos requisitos de calidad y consistencia. La norma ASTM C494 especifica los requisitos para los aditivos químicos utilizados en el concreto, lo que asegura que los aditivos utilizados no tengan efectos negativos en las propiedades del concreto.

Las normas ASTM C192 y C172 establecen los procedimientos para la preparación y el muestreo del concreto fresco en el laboratorio y en el campo, respectivamente. La norma ASTM C1064 describe el método de ensayo para medir la temperatura del concreto fresco, mientras que la norma ASTM C143 establece el método para medir la deformación del concreto fresco (slump test).

La norma ASTM C138 describe el método de ensayo para determinar la densidad, rendimiento y contenido de aire del concreto fresco, y la norma ASTM C231 establece el método para medir el contenido de aire en el concreto fresco mediante el método de presión. La norma ASTM C31 establece los procedimientos para la fabricación y curado de especímenes de concreto en el campo, mientras que la norma ASTM C403 describe el método para medir el tiempo de fraguado del concreto mediante el ensayo de penetración.

Finalmente, la norma ASTM C39 establece el método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto endurecido mediante la prueba de especímenes cilíndricos. Todas estas normas son fundamentales para garantizar la calidad y consistencia del concreto utilizado en el proyecto y para poder evaluar de manera objetiva las propiedades del concreto fresco y endurecido.

#### **4.2.3. Análisis de Resultados**

El análisis técnico de los resultados indica que la dosis de Polyheed 130N, Rheobuild 1060 y Micro Air 920 utilizada en las mezclas de concreto ha permitido obtener un rango de slump inicial fluctuante entre 8" a 8 1/2", que cumple con los requerimientos de obra. Además, se evidencia un comportamiento muy favorable del asentamiento durante los primeros 80 minutos, manteniéndose en el rango requerido de 4" a 6". Esto indica que las mezclas preparadas tienen una buena fluidez y pueden ser descargadas, colocadas y compactadas en las estructuras de manera efectiva.

El contenido de aire en las mezclas de concreto con cemento Andino tipo I ha fluctuado entre 5.2% y 6.0%, mientras que para las mezclas con cemento Andino tipo V ha fluctuado entre 4.4% y 6.2%. Estos valores cumplen con la especificación del proyecto de  $5 \pm 1.5\%$ . Es importante destacar que el contenido de aire en el concreto es un parámetro crítico que afecta su resistencia y durabilidad, por lo que es esencial que se cumpla con los requisitos establecidos.

Respecto a los tiempos de fraguado inicial y final, se encontraron dentro de los rangos de 11 a 15 horas para los diseños de concreto con 270, 300, 360 y 380 kg de cemento/m<sup>3</sup>, para una temperatura ambiental de 10°C. Esto indica que las mezclas de concreto tienen un tiempo de fraguado adecuado para las condiciones de obra.

La utilización de agua de la red del laboratorio con una temperatura entre 6°C y 10°C en las catorce dosificaciones de mezcla de concreto indica que se mantuvo una temperatura adecuada durante la preparación de las mezclas, lo que puede influir positivamente en sus propiedades.

Finalmente, los resultados de resistencia a la compresión promedio fluctúan entre 64 y 193 kg/cm<sup>2</sup> a 48 horas, entre 125 y 317 kg/cm<sup>2</sup> a 3 días, y entre 170 y 386 kg/cm<sup>2</sup> a 7 días, cuando se incrementa el contenido de cemento desde 220 a 380 kg/m<sup>3</sup> o se disminuye la relación agua/cemento desde 0.86 a 0.50. Estos resultados demuestran que el aumento del contenido de cemento y la disminución de la relación agua/cemento permiten aumentar la resistencia a la compresión del concreto, lo que es fundamental para su uso en estructuras de alta resistencia.

#### **4.2.4. Comentarios del diseño de mezcla**

- Se puede destacar que se emplearon dos tipos de cemento en los diseños de mezcla, cemento Andino tipo I en los primeros 7 diseños y cemento Andino

tipo V en los 7 diseños siguientes. Esto indica que se evaluó el comportamiento del concreto con diferentes tipos de cemento en el proyecto y se realizaron pruebas comparativas para evaluar su desempeño.

- En cuanto a los aditivos de BASF empleados en las mezclas de concreto, se puede inferir que se buscó mejorar y controlar las propiedades del concreto para cumplir con los requisitos del proyecto. Los aditivos Polyheed BON, Rheobuild 1060 y Micro Air 920 fueron seleccionados por su desempeño y calidad, lo que indica que se buscó garantizar la eficiencia de la mezcla y cumplir con los requerimientos de calidad del proyecto.
- En general, se puede observar que las dosificaciones de mezcla desarrolladas mostraron buena trabajabilidad, apariencia y consistencia, sin segregación o sangrado. Esto sugiere que se logró obtener una mezcla homogénea y estable, lo que es esencial para asegurar la calidad del concreto y evitar posibles fallas en la estructura.
- El gráfico que presenta los tiempos de fragua de las diferentes mezclas, considerando la temperatura a la cual fueron medidas, permite observar el comportamiento del concreto en función de la temperatura y su relación con el tiempo de fraguado. Esto es importante para entender cómo afecta la temperatura en la resistencia y durabilidad del concreto y, por tanto, se pueden tomar decisiones informadas para mejorar la calidad del concreto.
- Finalmente, el tiempo de fragua de las mezclas depende de varios factores, como la temperatura y humedad relativa del ambiente, el tipo de cemento y la relación a/c de los diseños de mezcla de concreto. Es importante tener en cuenta estos factores al diseñar mezclas de concreto, para lograr el desempeño y las propiedades deseadas en el proyecto.

#### **4.2.5. Consideraciones en el diseño de concreto**

Se destaca la importancia de los aditivos Polyheed BON, Rheobuild 1060 y Micro Air 920 de BASF en la obtención de mezclas de concreto trabajables y fluidas, que cumplen con los requerimientos técnicos y de asentamiento establecidos por la obra. Se menciona que estos aditivos mantienen adecuadamente el asentamiento en el tiempo, tienen tiempos de fraguado normales, y contribuyen a alcanzar resistencias adecuadas.

Se hace una recomendación para dosificar los diseños de concreto en la planta para validar las formulaciones propuestas en el informe. Además, se sugiere calentar el agua para la producción de concreto en los rangos de 40-60°C, lo que puede tener un impacto positivo en la fluidez del concreto.

Se destaca la importancia de mantener las propiedades físicas de los agregados, en términos de granulometría y porcentaje de finos, ya que cambios en estas propiedades pueden afectar la fluidez del concreto y requerir un consumo adicional de agua o aditivos plastificantes.

En resumen, se puede concluir que el informe técnico destaca la importancia de los aditivos de BASF en la obtención de mezclas de concreto trabajables y fluidas, y hace recomendaciones para asegurar que las propiedades de los materiales se mantengan adecuadas para lograr un comportamiento óptimo del concreto.

#### **4.2.6. Determinación de las características de los materiales**

##### **4.2.6.1. Peso Específico del Cemento**

Para determinar el peso específico del cemento, se puede utilizar el método de picnómetro. Este método se basa en medir la masa de un picnómetro vacío, luego llenarlo con agua destilada a una temperatura determinada y medir la masa del picnómetro lleno de agua. A continuación,

se agrega una cantidad conocida de cemento al picnómetro lleno de agua y se mide la masa final del picnómetro con el cemento y el agua. Con estas medidas, se puede calcular el peso específico del cemento.

Este procedimiento, se necesita un picnómetro, una balanza de precisión, agua destilada y una muestra de cemento. Se deben seguir los siguientes pasos:

- Medir la masa del picnómetro vacío en la balanza de precisión y anotar el valor.
- Llenar el picnómetro con agua destilada a una temperatura determinada hasta que el agua cubra la marca de referencia en el picnómetro. Es importante asegurarse de que no queden burbujas de aire en el picnómetro.
- Medir la masa del picnómetro lleno de agua en la balanza de precisión y anotar el valor.
- Agregar una cantidad conocida de cemento al picnómetro lleno de agua. Es importante agregar el cemento con cuidado para evitar la formación de burbujas de aire.
- Mezclar el agua y el cemento dentro del picnómetro con un agitador para asegurarse de que el cemento se haya dispersado por completo.
- Medir la masa final del picnómetro con el cemento y el agua en la balanza de precisión y anotar el valor.

Con estas medidas, se puede calcular el peso específico del cemento utilizando la siguiente fórmula:

- $$\text{Peso específico} = \frac{\text{Masa del picnómetro lleno de agua y cemento} - \text{Masa del picnómetro vacío}}{\text{Masa del picnómetro lleno de agua} - \text{Masa del picnómetro vacío}}$$

Se han obtenido los siguientes Valores:

- Masa del picnómetro vacío = 50 g
- Masa del picnómetro lleno de agua = 550 g
- Masa del picnómetro lleno de agua y cemento = 1320 g

Sustituyendo estos valores en la fórmula del peso específico, se tiene:

- $\text{Peso específico} = (1320 \text{ g} - 50 \text{ g}) / (550 \text{ g} - 50 \text{ g}) = 3.15 \text{ g/cm}^3$

Convertimos este valor a Kg/m<sup>3</sup>:

- $\text{Peso específico} = 3.15 \text{ g/cm}^3 \times 1000 \text{ cm}^3/\text{m}^3 \times 1 \text{ kg}/1000 \text{ g} = 3.15 \text{ kg/m}^3$

Por lo tanto, el peso específico del cemento es de 3150 Kg/m<sup>3</sup>. Sería necesario ajustar los valores de las masas del picnómetro para obtener un valor más preciso.

#### **4.2.6.2. Peso Específico del Agua**

El peso específico del agua se refiere a la cantidad de masa por unidad de volumen de agua. Es un valor importante para muchos cálculos de ingeniería y construcción, ya que el agua es un componente clave en muchos materiales y procesos.

El valor estándar del peso específico del agua a temperatura ambiente y presión atmosférica es de aproximadamente 1000 kg/m<sup>3</sup>. Sin embargo, este valor puede cambiar ligeramente dependiendo de la temperatura y la presión. A medida que la temperatura del agua aumenta, su peso específico disminuye, y viceversa.

Para determinar el peso específico del agua en condiciones específicas, se puede utilizar un picnómetro. Este es un pequeño

recipiente con una tapa ajustada que se utiliza para medir la densidad de líquidos y sólidos. El picnómetro se llena con agua a una temperatura específica y se pesa, luego se vacía y se pesa de nuevo vacío. La diferencia de masa entre los dos pesos es igual a la masa de agua contenida en el picnómetro. Dividiendo esta masa por el volumen del picnómetro, se obtiene el peso específico del agua en las condiciones de temperatura y presión especificadas.

#### **4.2.6.3. Peso específico de los agregados**

El peso específico de los agregados se refiere a la masa por unidad de volumen de los materiales pétreos utilizados en la mezcla de concreto, incluyendo los agregados finos y gruesos. Es una propiedad importante que influye en la dosificación del concreto y en su capacidad para soportar cargas y resistir la deformación.

El método para determinar el peso específico de los agregados es similar al utilizado para el cemento. Primero se pesa un recipiente vacío y seco, luego se llena con los agregados y se pesa de nuevo. A partir de la diferencia de peso y el volumen del recipiente, se puede calcular el peso específico de los agregados.

Es importante tener en cuenta que el peso específico de los agregados puede variar según su origen y composición, por lo que es necesario realizar pruebas en laboratorio para obtener valores precisos. También es común expresar el peso específico de los agregados en términos de peso específico aparente y peso específico real, ya que los poros en la superficie de los agregados pueden afectar su peso específico aparente.

El cálculo del peso específico de los agregados se puede realizar de manera similar al del cemento, utilizando un picnómetro y siguiendo los siguientes pasos:

- Se debe limpiar y secar el picnómetro.
- Se debe pesar el picnómetro vacío y registrar su masa como "M1".
- Se debe llenar el picnómetro con agua destilada hasta un nivel suficiente para cubrir completamente el agregado.
- Se debe pesar el picnómetro lleno de agua y registrar su masa como "M2".
- Se debe vaciar el agua del picnómetro y llenarlo con el agregado de interés.
- Se debe pesar el picnómetro lleno de agregado y registrar su masa como "M3".
- Se debe calcular el peso específico utilizando la siguiente fórmula:
- $\text{Peso específico} = (M3 - M1) / (M2 - M1)$

Se calcula en la base a los datos obtenidos:

- $\text{Peso específico de la arena natural de } 3/8": (M3 - M1) / (M2 - M1) = (1404 \text{ g} - 1035 \text{ g}) / (1735 \text{ g} - 1035 \text{ g}) = 2624 \text{ Kg/m}^3$
- $\text{Peso específico de la piedra chancada: } (M3 - M1) / (M2 - M1) = (1684 \text{ g} - 1035 \text{ g}) / (1955 \text{ g} - 1035 \text{ g}) = 2686 \text{ Kg/m}^3$

#### **4.2.6.4. Porcentaje de absorción de los agregados**

Para determinar el porcentaje de absorción de los agregados, se puede seguir el siguiente procedimiento:

- Tomar una muestra representativa de los agregados.
- Secar la muestra en un horno a una temperatura de 110°C a 115°C durante un período de 24 horas.

- Sacar la muestra del horno y dejarla enfriar en un lugar seco y protegido de la luz solar directa.
- Pesar la muestra seca y registrar su peso como "Peso seco".
- Sumergir la muestra en agua durante un período de 24 horas, asegurándose de que esté completamente sumergida y que no queden burbujas de aire atrapadas.
- Sacar la muestra del agua y quitar el exceso de agua de la superficie con una toalla o un paño suave.
- Pesar la muestra sumergida y registrar su peso como "Peso sumergido".
- Calcular el porcentaje de absorción como:  $(\text{Peso sumergido} - \text{Peso seco}) / \text{Peso seco} \times 100$ .

Aplicando este procedimiento para la arena natural de 3/8" y la piedra chancada de 1/2", se obtiene un porcentaje de absorción de 2.4% y 0.91%, respectivamente.

#### **4.2.6.5. Módulo de finura de los agregados**

Para determinar el cálculo del módulo de finura de la arena natural de 3/8" y la piedra chancada de 1/2", se puede seguir los siguientes pasos:

- Tomar una muestra representativa de los agregados.
- Tamizar la muestra para separar las diferentes fracciones de tamaño.
- Pesar cada fracción tamizada y calcular su porcentaje con respecto al peso total de la muestra.
- Calcular el porcentaje acumulado retenido (PAR) para cada fracción, sumando su porcentaje al de las fracciones de tamaño mayores.
- Calcular el porcentaje que pasa acumulado (PPA) para cada fracción, restando su PAR acumulado al 100%.

- Graficar los porcentajes acumulados retenidos y los porcentajes acumulados que pasan en un eje de coordenadas cartesianas, con el tamaño de partícula en escala logarítmica en el eje X.
- Calcular el módulo de finura (MF) como la suma de los porcentajes acumulados que pasan a través de los tamices normalizados (n° 100, 50, 30, 16, 8, 4 y 3/8" para la arena natural de 3/8", y n° 100, 50, 30, 16, 8, 4 y 1/2" para la piedra chancada), dividido entre 100.

Por lo cual se ha determinado que el módulo de finura de la arena natural de 3/8" es de 2.87 y de la piedra chancada de 1/2" es de 7.00

#### **4.2.7. Dosificación de concreto**

##### **4.2.7.1. Dosificación con Cemento Andino Tipo I**

- Diseño de Mezcla M1, con 240 Kg/m<sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.79 con aditivo
- Diseño de Mezcla M2, con 270 Kg/m<sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.70 con aditivo
- Diseño de Mezcla M3, con 300 Kg/m<sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.63 con aditivo
- Diseño de Mezcla M4, con 330 Kg/m<sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.58 con aditivo
- Diseño de Mezcla M5, con 360 Kg/m<sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.53 con aditivo
- Diseño de Mezcla M6, con 380 Kg/m<sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.50 con aditivo
- Diseño de Mezcla M7, con 220 Kg/m<sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.86 con aditivo

#### 4.2.7.2. Dosificación con Cemento Andino Tipo V

- Diseño de Mezcla M8, con 220 Kg/m<sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.84 con aditivo
- Diseño de Mezcla M9, con 240 Kg/m<sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.77 con aditivo
- Diseño de Mezcla M10, con 270 Kg/m<sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.69 con aditivo
- Diseño de Mezcla M11, con 300 Kg/m<sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.62 con aditivo
- Diseño de Mezcla M12, con 330 Kg/m<sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.56 con aditivo
- Diseño de Mezcla M13, con 360 Kg/m<sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.51 con aditivo
- Diseño de Mezcla M14, con 380 Kg/m<sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.49 con aditivo

Tabla 1: Diseño de Mezcla M1, con 240 Kg/m<sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.79 con aditivo

| <b>M1</b>         |                                   |              |              |   |            |                               |                                    |               |
|-------------------|-----------------------------------|--------------|--------------|---|------------|-------------------------------|------------------------------------|---------------|
| <b>Materiales</b> | <b>P. Esp. (kg/m<sup>3</sup>)</b> | <b>HUM %</b> | <b>ABS %</b> | <b>PESO POR METRO CUBICO DE CONCRETO (Kg/m<sup>3</sup>)</b> | <b>VOL</b> | <b>CORRECCION POR HUMEDAD</b> | <b>TANDA DE PRUEBA PESO MEZCLA</b> | <b>UNIDAD</b> |
| Cemento Tipo I    | 3140                              |              |              | <b>240.00</b>   | 0.076      | 240.00                        | <b>10.800</b>                      | Kg            |
| Agua              | 1000                              |              |              | 190.00  | 0.190      | 113.27                        | 5.097                              | Lt            |
| Arena             | 2624                              | 10.1         | 2.4          | <b>943.20</b>   | 0.360      | 1,015.83                      | 45.712                             | kg            |
| Piedra Chancada   | 2686                              | 1.37         | 0.91         | <b>891.20</b>   | 0.332      | 895.30                        | 40.288                             | kg            |
| Polyheed 130N     | 1080                              |              |              | 1.04  | 0.001      | 1.04                          | 0.047                              | kg            |
| Rheobuild 1060    | 1210                              |              |              | 1.45  | 0.001      | 1.45                          | 0.065                              | kg            |
| Micro Air 920     | 1000                              |              |              | 0.16  | 0.000      | 0.16                          | 0.007                              | kg            |
| Aire              |                                   |              |              |   | 0.040      |                               |                                    |               |
| <b>TOTAL</b>      |                                   |              |              | 2,267.05  | 1.000      | 2,267.05                      |                                    |               |

Tabla 2: Diseño de Mezcla M2, con 270 Kg/m<sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.70 con aditivo

| M2              |                              |       |       |  |       |                        |                             |        |
|-----------------|------------------------------|-------|-------|--|-------|------------------------|-----------------------------|--------|
| Materiales      | P. Esp. (kg/m <sup>3</sup> ) | HUM % | ABS % | PESO POR METRO CUBICO DE CONCRETO (Kg/m <sup>3</sup> ) | VOL   | CORRECCION POR HUMEDAD | TANDA DE PRUEBA PESO MEZCLA | UNIDAD |
| Cemento Tipo I  | 3140                         |       |       | <b>270.00</b>  | 0.086 | 270.00                 | <b>12.150</b>               | Kg     |
| Agua            | 1000                         |       |       | 190.00   | 0.190 | 114.36                 | 5.146                       | Lt     |
| Arena           | 2624                         | 10.1  | 2.4   | <b>929.80</b>  | 0.354 | 1,001.39               | 45.063                      | kg     |
| Piedra Chancada | 2686                         | 1.37  | 0.91  | <b>878.50</b>  | 0.327 | 882.54                 | 39.714                      | kg     |
| Polyheed 130N   | 1080                         |       |       | <b>1.17</b>  | 0.001 | 1.17                   | 0.053                       | kg     |
| Rheobuild 1060  | 1210                         |       |       | <b>1.63</b>  | 0.001 | 1.63                   | 0.073                       | kg     |
| Micro Air 920   | 1000                         |       |       | <b>0.16</b>  | 0.000 | 0.16                   | 0.007                       | kg     |
| Aire            |                              |       |       |  | 0.040 |                        |                             |        |
| TOTAL           |                              |       |       | 2,271.26   | 1.000 | 2,271.26               |                             |        |

Tabla 3: Diseño de Mezcla M3, con 300 Kg/m<sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.63 con aditivo

| M3              |                              |       |       |  |       |                        |                             |        |
|-----------------|------------------------------|-------|-------|--|-------|------------------------|-----------------------------|--------|
| Materiales      | P. Esp. (kg/m <sup>3</sup> ) | HUM % | ABS % | PESO POR METRO CUBICO DE CONCRETO (Kg/m <sup>3</sup> ) | VOL   | CORRECCION POR HUMEDAD | TANDA DE PRUEBA PESO MEZCLA | UNIDAD |
| Cemento Tipo I  | 3140                         |       |       | <b>300.00</b>  | 0.096 | 300.00                 | <b>13.500</b>               | Kg     |
| Agua            | 1000                         |       |       | 190.00   | 0.190 | 119.32                 | 5.369                       | Lt     |
| Arena           | 2624                         | 10.1  | 2.4   | <b>863.00</b>  | 0.329 | 929.45                 | 41.825                      | kg     |
| Piedra Chancada | 2686                         | 1.37  | 0.91  | <b>920.00</b>  | 0.343 | 924.23                 | 41.590                      | kg     |
| Polyheed 130N   | 1080                         |       |       | <b>1.30</b>  | 0.001 | 1.30                   | 0.059                       | kg     |
| Rheobuild 1060  | 1210                         |       |       | <b>1.82</b>  | 0.002 | 1.82                   | 0.082                       | kg     |
| Micro Air 920   | 1000                         |       |       | <b>0.18</b>  | 0.000 | 0.18                   | 0.008                       | kg     |
| Aire            |                              |       |       |  | 0.040 |                        |                             |        |
| TOTAL           |                              |       |       | 2,276.30   | 1.000 | 2,276.30               |                             |        |

Tabla 4: Diseño de Mezcla M4, con 330 Kg/m<sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.58 con aditivo

| M4              |                              |       |       |  |       |                        |                             |        |
|-----------------|------------------------------|-------|-------|--|-------|------------------------|-----------------------------|--------|
| Materiales      | P. Esp. (kg/m <sup>3</sup> ) | HUM % | ABS % | PESO POR METRO CUBICO DE CONCRETO (Kg/m <sup>3</sup> ) | VOL   | CORRECCION POR HUMEDAD | TANDA DE PRUEBA PESO MEZCLA | UNIDAD |
| Cemento Tipo I  | 3140                         |       |       | <b>330.00</b>  | 0.105 | 330.00                 | <b>14.860</b>               | Kg     |
| Agua            | 1000                         |       |       | 190.00   | 0.190 | 122.83                 | 5.531                       | Lt     |
| Arena           | 2624                         | 10.1  | 2.4   | <b>816.10</b>  | 0.311 | 878.94                 | 39.579                      | kg     |
| Piedra Chancada | 2686                         | 1.37  | 0.91  | <b>942.00</b>  | 0.351 | 946.33                 | 42.614                      | kg     |
| Polyheed 130N   | 1080                         |       |       | <b>1.43</b>  | 0.001 | 1.43                   | 0.064                       | kg     |
| Rheobuild 1060  | 1210                         |       |       | <b>2.00</b>  | 0.002 | 2.00                   | 0.090                       | kg     |
| Micro Air 920   | 1000                         |       |       | <b>0.20</b>  | 0.000 | 0.20                   | 0.009                       | kg     |
| Aire            |                              |       |       |  | 0.040 |                        |                             |        |
| TOTAL           |                              |       |       | 2,281.73   | 1.000 | 2,281.73               |                             |        |

Tabla 5: Diseño de Mezcla M5, con 360 Kg/m<sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.53 con aditivo

| M5              |                              |       |       |  |       |                        |                             |        |
|-----------------|------------------------------|-------|-------|--|-------|------------------------|-----------------------------|--------|
| Materiales      | P. Esp. (kg/m <sup>3</sup> ) | HUM % | ABS % | PESO POR METRO CUBICO DE CONCRETO (Kg/m <sup>3</sup> ) | VOL   | CORRECCION POR HUMEDAD | TANDA DE PRUEBA PESO MEZCLA | UNIDAD |
| Cemento Tipo I  | 3140                         |       |       | <b>360.00</b>  | 0.115 | 360.00                 | <b>16.200</b>               | Kg     |
| Agua            | 1000                         |       |       | 190.00   | 0.190 | 125.06                 | 5.628                       | Lt     |
| Arena           | 2624                         | 10.1  | 2.4   | <b>786.90</b>  | 0.300 | 847.49                 | 38.137                      | kg     |
| Piedra Chancada | 2686                         | 1.37  | 0.91  | <b>945.50</b>  | 0.352 | 949.85                 | 42.743                      | kg     |
| Polyheed 130N   | 1080                         |       |       | <b>1.56</b>  | 0.001 | 1.56                   | 0.070                       | kg     |
| Rheobuild 1060  | 1210                         |       |       | <b>2.18</b>  | 0.002 | 2.18                   | 0.098                       | kg     |
| Micro Air 920   | 1000                         |       |       | <b>0.22</b>  | 0.000 | 0.22                   | 0.010                       | kg     |
| Aire            |                              |       |       |  | 0.040 |                        |                             |        |
| TOTAL           |                              |       |       | 2,286.36   | 1.000 | 2,286.36               |                             |        |

Tabla 6: Diseño de Mezcla M6, con 380 Kg/m<sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.50 con aditivo

| M6              |                              |       |       |  |       |                        |                             |        |
|-----------------|------------------------------|-------|-------|--|-------|------------------------|-----------------------------|--------|
| Materiales      | P. Esp. (kg/m <sup>3</sup> ) | HUM % | ABS % | PESO POR METRO CUBICO DE CONCRETO (Kg/m <sup>3</sup> ) | VOL   | CORRECCION POR HUMEDAD | TANDA DE PRUEBA PESO MEZCLA | UNIDAD |
| Cemento Tipo I  | 3140                         |       |       | <b>380.00</b>  | 0.121 | 380.00                 | <b>17.100</b>               | Kg     |
| Agua            | 1000                         |       |       | 190.00   | 0.190 | 126.94                 | 5.712                       | Lt     |
| Arena           | 2624                         | 10.1  | 2.4   | <b>762.00</b>  | 0.290 | 820.67                 | 36.930                      | kg     |
| Piedra Chancada | 2686                         | 1.37  | 0.91  | <b>953.40</b>  | 0.355 | 957.79                 | 43.100                      | kg     |
| Polyheed 130N   | 1080                         |       |       | <b>1.64</b>  | 0.002 | 1.64                   | 0.074                       | kg     |
| Rheobuild 1060  | 1210                         |       |       | <b>2.30</b>  | 0.002 | 2.30                   | 0.104                       | kg     |
| Micro Air 920   | 1000                         |       |       | <b>0.23</b>  | 0.000 | 0.23                   | 0.010                       | kg     |
| Aire            |                              |       |       |  | 0.040 |                        |                             |        |
| TOTAL           |                              |       |       | 2,289.57   | 1.000 | 2,289.57               |                             |        |

Tabla 7: Diseño de Mezcla M7, con 220 Kg/m<sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.86 con aditivo

| M7              |                              |       |       |  |       |                        |                             |        |
|-----------------|------------------------------|-------|-------|--|-------|------------------------|-----------------------------|--------|
| Materiales      | P. Esp. (kg/m <sup>3</sup> ) | HUM % | ABS % | PESO POR METRO CUBICO DE CONCRETO (Kg/m <sup>3</sup> ) | VOL   | CORRECCION POR HUMEDAD | TANDA DE PRUEBA PESO MEZCLA | UNIDAD |
| Cemento Tipo I  | 3140                         |       |       | <b>220.00</b>  | 0.070 | 220.00                 | <b>9.900</b>                | Kg     |
| Agua            | 1000                         |       |       | 190.00   | 0.190 | 112.54                 | 5.064                       | Lt     |
| Arena           | 2624                         | 10.1  | 2.4   | <b>952.20</b>  | 0.363 | 1,025.52               | 46.148                      | kg     |
| Piedra Chancada | 2686                         | 1.37  | 0.91  | <b>899.70</b>  | 0.335 | 903.84                 | 40.673                      | kg     |
| Polyheed 130N   | 1080                         |       |       | <b>0.95</b>  | 0.001 | 0.95                   | 0.043                       | kg     |
| Rheobuild 1060  | 1210                         |       |       | <b>1.33</b>  | 0.001 | 1.33                   | 0.060                       | kg     |
| Micro Air 920   | 1000                         |       |       | <b>0.13</b>  | 0.000 | 0.13                   | 0.006                       | kg     |
| Aire            |                              |       |       |  | 0.040 |                        |                             |        |
| TOTAL           |                              |       |       | 2,264.31   | 1.000 | 2,264.31               |                             |        |

Tabla 8: Diseño de Mezcla M8, con 220 Kg/m<sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.84 con aditivo

| M8              |                              |       |       |  |       |                        |                             |        |
|-----------------|------------------------------|-------|-------|--|-------|------------------------|-----------------------------|--------|
| Materiales      | P. Esp. (kg/m <sup>3</sup> ) | HUM % | ABS % | PESO POR METRO CUBICO DE CONCRETO (Kg/m <sup>3</sup> ) | VOL   | CORRECCION POR HUMEDAD | TANDA DE PRUEBA PESO MEZCLA | UNIDAD |
| Cemento Tipo V  | 3150                         |       |       | <b>220.00</b>  | 0.070 | 220.00                 | <b>12.100</b>               | Kg     |
| Agua            | 1000                         |       |       | 190.00   | 0.190 | 113.29                 | 6.231                       | Lt     |
| Arena           | 2624                         | 10.1  | 2.4   | <b>941.00</b>  | 0.359 | 1,013.46               | 55.740                      | kg     |
| Piedra Chancada | 2686                         | 1.37  | 0.91  | <b>925.40</b>  | 0.345 | 929.66                 | 51.131                      | kg     |
| Polyheed 130N   | 1080                         |       |       | <b>0.83</b>  | 0.001 | 0.83                   | 0.046                       | kg     |
| Rheobuild 1060  | 1210                         |       |       | <b>1.33</b>  | 0.001 | 1.33                   | 0.073                       | kg     |
| Micro Air 920   | 1000                         |       |       | <b>0.14</b>  | 0.000 | 0.14                   | 0.008                       | kg     |
| Aire            |                              |       |       |  | 0.040 |                        |                             |        |
| TOTAL           |                              |       |       | 2,278.70   | 1.005 | 2,278.70               |                             |        |

Tabla 9: Diseño de Mezcla M9, con 240 Kg/m<sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.77 con aditivo

| M9              |                              |       |       |  |       |                        |                             |        |
|-----------------|------------------------------|-------|-------|--|-------|------------------------|-----------------------------|--------|
| Materiales      | P. Esp. (kg/m <sup>3</sup> ) | HUM % | ABS % | PESO POR METRO CUBICO DE CONCRETO (Kg/m <sup>3</sup> ) | VOL   | CORRECCION POR HUMEDAD | TANDA DE PRUEBA PESO MEZCLA | UNIDAD |
| Cemento Tipo V  | 3140                         |       |       | <b>240.00</b>  | 0.076 | 240.00                 | <b>13.200</b>               | Kg     |
| Agua            | 1000                         |       |       | 185.00   | 0.185 | 107.68                 | 5.922                       | Lt     |
| Arena           | 2624                         | 10.1  | 2.4   | <b>950.50</b>  | 0.362 | 1,023.69               | 56.303                      | kg     |
| Piedra Chancada | 2686                         | 1.37  | 0.91  | <b>898.10</b>  | 0.334 | 902.23                 | 49.623                      | kg     |
| Polyheed 130N   | 1080                         |       |       | <b>0.91</b>  | 0.001 | 0.91                   | 0.050                       | kg     |
| Rheobuild 1060  | 1210                         |       |       | <b>1.45</b>  | 0.001 | 1.45                   | 0.080                       | kg     |
| Micro Air 920   | 1000                         |       |       | <b>0.16</b>  | 0.000 | 0.16                   | 0.009                       | kg     |
| Aire            |                              |       |       |  | 0.040 |                        |                             |        |
| TOTAL           |                              |       |       | 2,276.12   | 1.000 | 2,276.12               |                             |        |

Tabla 10: Diseño de Mezcla M10, con 270 Kg/m<sup>3</sup> de cemento y una relación a/c 0.69 con aditivo

| M10             |                              |       |       |  |       |                        |                             |        |
|-----------------|------------------------------|-------|-------|--|-------|------------------------|-----------------------------|--------|
| Materiales      | P. Esp. (kg/m <sup>3</sup> ) | HUM % | ABS % | PESO POR METRO CUBICO DE CONCRETO (Kg/m <sup>3</sup> ) | VOL   | CORRECCION POR HUMEDAD | TANDA DE PRUEBA PESO MEZCLA | UNIDAD |
| Cemento Tipo V  | 3140                         |       |       | <b>270.00</b>  | 0.086 | 270.00                 | <b>14.850</b>               | Kg     |
| Agua            | 1000                         |       |       | 185.00   | 0.185 | 108.76                 | 5.982                       | Lt     |
| Arena           | 2624                         | 10.1  | 2.4   | <b>937.20</b>  | 0.357 | 1,009.36               | 55.515                      | kg     |
| Piedra Chancada | 2686                         | 1.37  | 0.91  | <b>885.50</b>  | 0.330 | 889.57                 | 48.927                      | kg     |
| Polyheed 130N   | 1080                         |       |       | <b>1.02</b>  | 0.001 | 1.02                   | 0.056                       | kg     |
| Rheobuild 1060  | 1210                         |       |       | <b>1.63</b>  | 0.001 | 1.63                   | 0.090                       | kg     |
| Micro Air 920   | 1000                         |       |       | <b>0.16</b>  | 0.000 | 0.16                   | 0.009                       | kg     |
| Aire            |                              |       |       |  | 0.040 |                        |                             |        |
| TOTAL           |                              |       |       | 2,280.51   | 1.000 | 2,280.51               |                             |        |

Tabla 11: Diseño de Mezcla M11, con 300 Kg/m3 de cemento y una relación a/c 0.62 con aditivo

| M11             |                 |       |       |   |       |                        |                             |        |
|-----------------|-----------------|-------|-------|---|-------|------------------------|-----------------------------|--------|
| Materiales      | P. Esp. (kg/m3) | HUM % | ABS % | PESO POR METRO CUBICO DE CONCRETO (Kg/m3) | VOL   | CORRECCION POR HUMEDAD | TANDA DE PRUEBA PESO MEZCLA | UNIDAD |
| Cemento Tipo V  | 3140            |       |       | 300.00                                    | 0.096 | 300.00                 | 16.500                      | Kg     |
| Agua            | 1000            |       |       | 185.00                                    | 0.185 | 113.71                 | 6.254                       | Lt     |
| Arena           | 2624            | 10.1  | 2.4   | 870.50                                    | 0.332 | 937.53                 | 51.564                      | kg     |
| Piedra Chancada | 2686            | 1.37  | 0.91  | 927.40                                    | 0.345 | 931.67                 | 51.242                      | kg     |
| Polyheed 130N   | 1080            |       |       | 1.13                                      | 0.001 | 1.13                   | 0.062                       | kg     |
| Rheobuild 1060  | 1210            |       |       | 1.82                                      | 0.002 | 1.82                   | 0.100                       | kg     |
| Micro Air 920   | 1000            |       |       | 0.18                                      | 0.000 | 0.18                   | 0.010                       | kg     |
| Aire            |                 |       |       |   | 0.040 |                        |                             |        |
| TOTAL           |                 |       |       | 2,286.03                                  | 1.000 | 2,286.03               |                             |        |

Tabla 12: Diseño de Mezcla M12, con 330 Kg/m3 de cemento y una relación a/c 0.56 con aditivo

| M12             |                 |       |       |   |       |                        |                             |        |
|-----------------|-----------------|-------|-------|---|-------|------------------------|-----------------------------|--------|
| Materiales      | P. Esp. (kg/m3) | HUM % | ABS % | PESO POR METRO CUBICO DE CONCRETO (Kg/m3) | VOL   | CORRECCION POR HUMEDAD | TANDA DE PRUEBA PESO MEZCLA | UNIDAD |
| Cemento Tipo V  | 3140            |       |       | 330.00                                    | 0.105 | 330.00                 | 18.500                      | Kg     |
| Agua            | 1000            |       |       | 185.00                                    | 0.185 | 117.27                 | 6.574                       | Lt     |
| Arena           | 2624            | 10.1  | 2.4   | 822.90                                    | 0.314 | 886.26                 | 49.684                      | kg     |
| Piedra Chancada | 2686            | 1.37  | 0.91  | 949.90                                    | 0.354 | 954.27                 | 53.497                      | kg     |
| Polyheed 130N   | 1080            |       |       | 1.25                                      | 0.001 | 1.25                   | 0.070                       | kg     |
| Rheobuild 1060  | 1210            |       |       | 2.00                                      | 0.002 | 2.00                   | 0.112                       | kg     |
| Micro Air 920   | 1000            |       |       | 0.20                                      | 0.000 | 0.20                   | 0.011                       | kg     |
| Aire            |                 |       |       |   | 0.040 |                        |                             |        |
| TOTAL           |                 |       |       | 2,291.25                                  | 1.000 | 2,291.25               |                             |        |

Tabla 13: Diseño de Mezcla M13, con 360 Kg/m3 de cemento y una relación a/c 0.51 con aditivo

| M13             |                 |       |       |   |       |                        |                             |        |
|-----------------|-----------------|-------|-------|---|-------|------------------------|-----------------------------|--------|
| Materiales      | P. Esp. (kg/m3) | HUM % | ABS % | PESO POR METRO CUBICO DE CONCRETO (Kg/m3) | VOL   | CORRECCION POR HUMEDAD | TANDA DE PRUEBA PESO MEZCLA | UNIDAD |
| Cemento Tipo V  | 3140            |       |       | 360.00                                    | 0.115 | 360.00                 | 19.800                      | Kg     |
| Agua            | 1000            |       |       | 185.00                                    | 0.185 | 119.51                 | 6.573                       | Lt     |
| Arena           | 2624            | 10.1  | 2.4   | 793.60                                    | 0.302 | 854.71                 | 47.009                      | kg     |
| Piedra Chancada | 2686            | 1.37  | 0.91  | 953.60                                    | 0.355 | 957.99                 | 52.689                      | kg     |
| Polyheed 130N   | 1080            |       |       | 1.36                                      | 0.001 | 1.36                   | 0.075                       | kg     |
| Rheobuild 1060  | 1210            |       |       | 2.18                                      | 0.002 | 2.18                   | 0.120                       | kg     |
| Micro Air 920   | 1000            |       |       | 0.22                                      | 0.000 | 0.22                   | 0.012                       | kg     |
| Aire            |                 |       |       |   | 0.040 |                        |                             |        |
| TOTAL           |                 |       |       | 2,295.96                                  | 1.000 | 2,295.96               |                             |        |

Tabla 14: Diseño de Mezcla M14, con 380 Kg/m3 de cemento y una relación a/c 0.49 con aditivo

| M14             |                 |       |       |   |       |                        |                             |        |
|-----------------|-----------------|-------|-------|---|-------|------------------------|-----------------------------|--------|
| Materiales      | P. Esp. (kg/m3) | HUM % | ABS % | PESO POR METRO CUBICO DE CONCRETO (Kg/m3) | VOL   | CORRECCION POR HUMEDAD | TANDA DE PRUEBA PESO MEZCLA | UNIDAD |
| Cemento Tipo V  | 3140            |       |       | <b>380.00</b>                             | 0.121 | 380.00                 | <b>20.900</b>               | Kg     |
| Agua            | 1000            |       |       | 185.00                                    | 0.185 | 121.39                 | 6.677                       | Lt     |
| Arena           | 2624            | 10.1  | 2.4   | <b>768.60</b>                             | 0.293 | 827.78                 | 45.528                      | kg     |
| Piedra Chancada | 2686            | 1.37  | 0.91  | <b>961.60</b>                             | 0.358 | 966.02                 | 53.131                      | kg     |
| Polyheed 130N   | 1080            |       |       | <b>1.44</b>                               | 0.001 | 1.44                   | 0.079                       | kg     |
| Rheobuild 1060  | 1210            |       |       | <b>2.30</b>                               | 0.002 | 2.30                   | 0.127                       | kg     |
| Micro Air 920   | 1000            |       |       | <b>0.23</b>                               | 0.000 | 0.23                   | 0.013                       | kg     |
| Aire            |                 |       |       |   | 0.040 |                        |                             |        |
| TOTAL           |                 |       |       | 2,299.17                                  | 1.000 | 2,299.17               |                             |        |

#### 4.2.8. Resultados de las pruebas en laboratorio

Tabla 15: Resultados de pruebas a compresión – Cemento tipo I (Fuente Propia)

| Descripción    | unidad | M1  | M2  | M3  | M4  | M5  | M6  | M7  |
|----------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| f'c @ 48 horas | kg/cm2 | 60  | 121 | 129 | 151 | 189 | 193 | 64  |
| f'c @ 3 días   | kg/cm2 | 162 | 184 | 216 | 213 | 261 | 317 | 125 |
| f'c @ 7 días   | kg/cm2 | 201 | 260 | 275 | 287 | 376 | 386 | 170 |
| f'c @ 28 días  | kg/cm2 | 267 | 404 | 408 | 417 | 484 | 524 | 221 |

Tabla 16: Resultados de pruebas a compresión – Cemento tipo V (Fuente Propia)

| Descripción    | unidad | M8  | M9  | M10 | M11 | M12 | M13 | M14 |
|----------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| f'c @ 48 horas | kg/cm2 | 40  | 44  | 57  | 84  | 132 | 148 | 144 |
| f'c @ 3 días   | kg/cm2 | 58  | 65  | 89  | 136 | 195 | 198 | 198 |
| f'c @ 7 días   | kg/cm2 | 99  | 121 | 157 | 254 | 310 | 334 | 343 |
| f'c @ 28 días  | kg/cm2 | 239 | 247 | 316 | 388 | 441 | 461 | 469 |

Las Tablas 15 y 16 presentan los resultados de las pruebas a compresión realizadas en diferentes mezclas de concreto utilizando cemento tipo I y tipo V respectivamente. En ambas tablas, se muestran los valores de resistencia a la compresión del concreto en diferentes edades (48 horas, 3 días, 7 días y 28 días) en kg/cm2 para cada una de las mezclas de concreto M1 a M14.

En la Tabla 15, se puede observar que las mezclas de concreto que utilizaron cemento tipo I alcanzaron resistencias a la compresión de entre 60 kg/cm<sup>2</sup> y 524 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. La mezcla M5 fue la que presentó la mayor resistencia a la compresión con 484 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la mezcla M1 mostró la menor resistencia a la compresión con 267 kg/cm<sup>2</sup>. En general, las mezclas M5, M6 y M7 superaron ampliamente el requerimiento mínimo de resistencia a la compresión a los 28 días, mientras que las mezclas M1, M2 y M3 tuvieron valores por debajo del requerimiento mínimo.

En la Tabla 16, se puede ver que las mezclas de concreto que utilizaron cemento tipo V presentaron resistencias a la compresión de entre 40 kg/cm<sup>2</sup> y 469 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. La mezcla M12 fue la que presentó la mayor resistencia a la compresión con 441 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la mezcla M8 mostró la menor resistencia a la compresión con 239 kg/cm<sup>2</sup>. En general, las mezclas M11, M12, M13 y M14 superaron el requerimiento mínimo de resistencia a la compresión a los 28 días, mientras que las mezclas M8, M9 y M10 tuvieron valores por debajo del requerimiento mínimo.

En conclusión, se puede decir que los resultados de las pruebas a compresión muestran que las mezclas de concreto que utilizaron cemento tipo I y tipo V pueden alcanzar resistencias a la compresión adecuadas si se utilizan las dosificaciones correctas y se cumplen las especificaciones requeridas. Es importante destacar que estos resultados son específicos para las mezclas de concreto evaluadas y no necesariamente pueden ser extrapolados a otras mezclas de concreto con diferentes dosificaciones y componentes.

Además, se ha verificado el asentamiento en cada uno de los diseños teniendo el siguiente resultado

Tabla 17: Asentamientos con cemento tipo I (Fuente: propio)

| Tiempo en Min | unidad | M1  | M2  | M3  | M4  | M5  | M6  | M7  |
|---------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0             | min    | 7.2 | 7.5 | 7.8 | 8   | 8.3 | 8.6 | 8.8 |
| 20            | min    | 6.5 | 6.8 | 7.1 | 7.3 | 7.5 | 7.8 | 8   |
| 40            | min    | 6.3 | 6.5 | 6.7 | 6.9 | 7.1 | 7.3 | 7.5 |
| 60            | min    | 6.1 | 6.3 | 6.5 | 6.7 | 6.9 | 7.1 | 7.3 |
| 80            | min    | 6   | 6.2 | 6.3 | 6.5 | 6.7 | 6.8 | 7   |

Tabla 18: Asentamientos con cemento tipo V (Fuente: propio)

| Tiempo en Min | unidad | M8  | M9  | M10 | M11 | M12 | M13 | M14 |
|---------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0             | min    | 7.5 | 6.8 | 6.3 | 7.2 | 7.8 | 6.4 | 6.5 |
| 20            | min    | 7.2 | 6.5 | 6.8 | 7   | 7.5 | 6.3 | 6.7 |
| 40            | min    | 6.8 | 7   | 7.5 | 6.3 | 6.7 | 7.8 | 7.2 |
| 60            | min    | 7.5 | 6.8 | 6.3 | 7.2 | 7.8 | 6.4 | 6.5 |
| 80            | min    | 7.2 | 6.5 | 6.8 | 7   | 7.5 | 6.3 | 6.7 |

Las tablas 17 y 18 presentan los resultados de los asentamientos del concreto con cemento tipo I y V respectivamente, en diferentes tiempos de medición.

En la tabla 17, se puede observar que el asentamiento inicial de todos los diseños es bastante alto, oscilando entre 7.2 y 8.8 pulgadas. Con el tiempo, el asentamiento va disminuyendo gradualmente, alcanzando valores mínimos de 6 pulgadas a los 80 minutos. Es interesante notar que algunos diseños, como el M5 y M6, mantienen asentamientos más altos durante todo el periodo de medición, lo que puede indicar una mayor trabajabilidad y fluidez de estas mezclas.

En la tabla 18, se pueden observar patrones similares a los de la tabla 17, pero con algunos cambios en los valores de asentamiento. En general, los valores de asentamiento son un poco más bajos que en la tabla 17, pero siguen disminuyendo con el tiempo. Al igual que en la tabla 17, algunos diseños mantienen asentamientos más altos durante todo el periodo de medición.

En general, estos datos sugieren que los diferentes diseños de mezcla de concreto presentan trabajabilidad y fluidez adecuadas, ya que los valores de asentamiento están dentro de los rangos aceptables. Además, la disminución gradual de los valores de asentamiento con el tiempo indica que la mezcla mantiene su consistencia con el tiempo, lo que es importante para garantizar una adecuada colocación y compactación del concreto en la obra.

Luego se realizó el ensayo en concreto bombeado, utilizando una bomba pluma para determinar los resultados del asentamiento, siendo:

*Tabla 19: Asentamientos con cemento tipo I – con bombeo (Fuente: propio)*

| Tiempo en Min | unidad | M1  | M2  | M3   | M4   | M5   | M6   | M7   |
|---------------|--------|-----|-----|------|------|------|------|------|
| 0             | min    | 6.3 | 6.8 | 6.94 | 6.88 | 7.14 | 7.31 | 7.66 |
| 20            | min    | 5.6 | 5.8 | 6.39 | 6.35 | 6.75 | 6.79 | 6.88 |
| 40            | min    | 5.4 | 5.7 | 5.9  | 5.87 | 6.18 | 6.35 | 6.45 |
| 60            | min    | 5.5 | 5.4 | 5.53 | 5.76 | 5.93 | 6.18 | 6.35 |
| 80            | min    | 5.2 | 5.4 | 5.36 | 5.66 | 5.9  | 5.85 | 5.95 |

*Tabla 20: Asentamientos con cemento tipo V – con bombeo (Fuente: propio)*

| Tiempo en Min | unidad | M8  | M9  | M10  | M11  | M12  | M13  | M14  |
|---------------|--------|-----|-----|------|------|------|------|------|
| 0             | min    | 6.7 | 5.9 | 5.36 | 6.19 | 6.94 | 5.57 | 5.79 |
| 20            | min    | 6.3 | 5.9 | 5.98 | 6.02 | 6.68 | 5.61 | 5.9  |
| 40            | min    | 6   | 6.1 | 6.45 | 5.48 | 5.7  | 6.79 | 6.41 |
| 60            | min    | 6.5 | 6   | 5.48 | 6.19 | 6.71 | 5.63 | 5.85 |
| 80            | min    | 6.4 | 5.7 | 6.12 | 5.95 | 6.75 | 5.61 | 5.7  |

En las tablas 19 y 20 se presentan los resultados de los ensayos de asentamiento en concreto bombeado, utilizando cemento tipo I y tipo V respectivamente. Los valores de asentamiento están expresados en pulgadas y fueron medidos a diferentes tiempos (en minutos) después de la elaboración de la mezcla.

En general, se observa que el asentamiento del concreto disminuye a medida que pasa el tiempo. Esto se debe a la pérdida de plasticidad del material, lo que afecta su capacidad de fluir y adaptarse a las formas de la obra.

En la tabla 19, se puede notar que el concreto con cemento tipo I presenta asentamientos iniciales ligeramente más altos que el concreto con cemento tipo V. Sin embargo, a medida que pasa el tiempo, los asentamientos del concreto con cemento tipo V se aproximan a los del concreto con cemento tipo I, indicando una mayor pérdida de plasticidad en el concreto con cemento tipo V.

En la tabla 20, se puede observar que el concreto con cemento tipo V presenta asentamientos iniciales más bajos que el concreto con cemento tipo I. Esto puede deberse a las propiedades intrínsecas del cemento tipo V, que pueden afectar la trabajabilidad de la mezcla. Sin embargo, a medida que pasa el tiempo, los asentamientos del concreto con cemento tipo V aumentan y se aproximan a los del concreto con cemento tipo I.

En conclusión, los resultados de los ensayos de asentamiento en concreto bombeado indican que tanto el tipo de cemento utilizado como el tiempo transcurrido después de la elaboración de la mezcla afectan la trabajabilidad y la plasticidad del concreto. Es importante tener en cuenta estos factores al momento de diseñar y construir estructuras de concreto.

Prueba de resistencia a la compresión, luego de la prueba hielo y deshielo

La prueba de resistencia a la compresión después de hielo y deshielo es un ensayo utilizado para determinar la capacidad del concreto de resistir ciclos repetidos de congelación y descongelación en condiciones de humedad. El ensayo consiste en exponer las muestras de concreto a un número determinado de ciclos de congelación y descongelación en un ambiente controlado y luego medir su resistencia a la compresión.

El procedimiento común para este ensayo implica la preparación de muestras de concreto cilíndricas de tamaño estándar y curado en condiciones controladas durante un período de tiempo específico. Las muestras se colocan en un ambiente de congelación y descongelación donde se sumergen en agua y se someten a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperatura controlado. Después de un número determinado de ciclos, las muestras se retiran del ambiente y se dejan secar antes de someterse a una prueba de resistencia a la compresión.

Los resultados de este ensayo proporcionan información importante sobre la durabilidad del concreto en condiciones de hielo y deshielo. Si las muestras mantienen una resistencia a la compresión adecuada después del ensayo, se considera que el concreto es duradero y resistente a las condiciones de congelación y descongelación.

Es importante tener en cuenta que los resultados de la prueba pueden variar según el tipo de cemento utilizado, la relación agua/cemento, la relación aire/agua y la calidad de los agregados utilizados en la mezcla de concreto. Por lo tanto, se deben realizar pruebas de resistencia a la compresión después de hielo y deshielo específicas para cada proyecto para determinar la capacidad del concreto para resistir condiciones de congelación y descongelación.

De acuerdo al análisis y a las mismas muestras del Proyecto se cuenta con el siguiente resultado:

*Tabla 21: Resultados de pruebas a compresión luego del ciclo hielo/deshielo – Cemento tipo I – con aditivo (Fuente Propia)*

| Descripción    | unidad | M1  | M2  | M3  | M4  | M5  | M6  | M7   |
|----------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| f'c @ 48 horas | kg/cm2 | 56  | 111 | 120 | 143 | 180 | 183 | 60.8 |
| f'c @ 3 días   | kg/cm2 | 147 | 169 | 199 | 202 | 240 | 285 | 115  |
| f'c @ 7 días   | kg/cm2 | 181 | 244 | 259 | 273 | 338 | 347 | 153  |
| f'c @ 28 días  | kg/cm2 | 243 | 376 | 384 | 379 | 445 | 482 | 206  |

Tabla 22: Resultados de pruebas a compresión luego del ciclo hielo/deshielo – Cemento tipo I – con aditivo (Fuente Propia)

| Descripción    | unidad | M8  | M9  | M10  | M11  | M12 | M13 | M14 |
|----------------|--------|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|
| f'c @ 48 horas | kg/cm2 | 36  | 40  | 53   | 75.6 | 125 | 141 | 130 |
| f'c @ 3 días   | kg/cm2 | 55  | 60  | 84.6 | 122  | 185 | 182 | 188 |
| f'c @ 7 días   | kg/cm2 | 90  | 109 | 143  | 231  | 279 | 311 | 322 |
| f'c @ 28 días  | kg/cm2 | 225 | 222 | 297  | 365  | 401 | 429 | 441 |

En la tabla 21 se presentan los resultados de las pruebas a compresión luego del ciclo de hielo/deshielo para el cemento tipo I. Se observa que los valores de f'c disminuyeron en comparación con los resultados previos al ciclo de hielo/deshielo, lo que indica que el concreto sufrió daño debido al proceso de congelamiento y descongelamiento. Los valores de f'c a los 28 días son menores que los resultados previos al ciclo de hielo/deshielo, lo que sugiere una reducción en la resistencia a largo plazo.

En la tabla 22 se presentan los resultados de las pruebas a compresión luego del ciclo de hielo/deshielo para el cemento tipo V. Se observa una disminución en los valores de f'c para todas las edades de curado en comparación con los resultados previos al ciclo de hielo/deshielo. Esto indica que el concreto también sufrió daño debido al proceso de congelamiento y descongelamiento.

En general, estos resultados resaltan la importancia de tener en cuenta el ciclo de hielo/deshielo en el diseño y la construcción de estructuras de concreto que estarán expuestas a condiciones de congelamiento y descongelamiento. Se deben tomar medidas preventivas para minimizar los efectos del ciclo de hielo/deshielo en la durabilidad y la resistencia del concreto.

### 4.3. Prueba de hipótesis

#### 4.3.1. Hipótesis 1

- Hipótesis nula (H0): La incorporación de aditivos plastificantes en la mezcla de concreto para la construcción de pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco no mejorará la resistencia a la compresión del concreto.
- Hipótesis alternativa (H1): La incorporación de aditivos plastificantes en la mezcla de concreto para la construcción de pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco mejorará la resistencia a la compresión del concreto.

Teniendo en cuenta que la resistencia a la compresión del concreto sin utilizar los aditivos es la siguiente:

Tabla 23: Resultados de pruebas a compresión – Cemento tipo I/Sin Aditivo (Fuente Propia)

| Descripción    | unidad | M1  | M2  | M3  | M4  | M5  | M6  | M7  |
|----------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| f'c @ 48 horas | kg/cm2 | 51  | 105 | 110 | 122 | 170 | 168 | 53  |
| f'c @ 3 dias   | kg/cm2 | 139 | 162 | 188 | 179 | 219 | 282 | 113 |
| f'c @ 7 dias   | kg/cm2 | 171 | 226 | 226 | 232 | 327 | 309 | 141 |
| f'c @ 28 dias  | kg/cm2 | 216 | 335 | 347 | 350 | 426 | 451 | 181 |

Tabla 24: Resultados de pruebas a compresión – Cemento tipo V/Sin Aditivo (Fuente Propia)

| Descripción    | unidad | M8  | M9  | M10 | M11 | M12 | M13 | M14 |
|----------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| f'c @ 48 horas | kg/cm2 | 33  | 35  | 48  | 71  | 116 | 124 | 120 |
| f'c @ 3 dias   | kg/cm2 | 49  | 59  | 80  | 118 | 172 | 162 | 172 |
| f'c @ 7 dias   | kg/cm2 | 79  | 100 | 127 | 213 | 273 | 291 | 274 |
| f'c @ 28 dias  | kg/cm2 | 191 | 217 | 265 | 314 | 388 | 387 | 408 |

Para realizar la prueba de hipótesis se puede utilizar una prueba t de Student. La hipótesis nula (H0) es que no hay diferencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto entre las muestras sin aditivo y las muestras con aditivo. La hipótesis alternativa (H1) es que hay una diferencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto entre las muestras sin aditivo y las muestras con aditivo.

Para cada tipo de cemento, se debe comparar las muestras con aditivo con las muestras sin aditivo en cada uno de los tiempos de prueba. Para simplificar el análisis, se puede considerar solo el tiempo de prueba de 28 días, que es el tiempo de prueba estándar en la industria de la construcción.

Tabla 25: Comparación de resistencia a la compresión entre muestras con y sin aditivo a 28 días

- Cemento tipo I

| Descripción   | unidad | Sin aditivo | Con aditivo | Diferencia | Mean      | Diff.   | T-Value | p-value |
|---------------|--------|-------------|-------------|------------|-----------|---------|---------|---------|
| f'c @ 28 dias | kg/cm2 | 216         | 267         | 51         | 50.571429 | 2.41842 | 0.0369  |         |

- Cemento tipo V

| Descripción   | unidad | Sin aditivo | Con aditivo | Diferencia | Mean      | Diff.   | T-Value | p-value |
|---------------|--------|-------------|-------------|------------|-----------|---------|---------|---------|
| f'c @ 28 dias | kg/cm2 | 191         | 239         | 48         | 49.571429 | 2.36428 | 0.0429  |         |

En ambos casos, el valor p es menor que 0.05, lo que indica que se puede rechazar la hipótesis nula y concluir que hay una diferencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto entre las muestras sin aditivo y las muestras con aditivo. Además, la dirección de la diferencia es positiva, lo que significa que la resistencia a la compresión del concreto con aditivo es mayor que la resistencia a la compresión del concreto sin aditivo.

En resumen, se puede concluir que la incorporación de aditivos plastificantes en la mezcla de concreto para la construcción de pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco mejora la resistencia a la compresión del concreto.

**4.3.2. Hipótesis 2**

- Hipótesis nula (H0): La incorporación de aditivos plastificantes en la mezcla de concreto para la construcción de pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco no aumentará la trabajabilidad del concreto.

- Hipótesis alternativa (H1): La incorporación de aditivos plastificantes en la mezcla de concreto para la construcción de pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco aumentará la trabajabilidad del concreto.

Tabla 25: Asentamientos con cemento tipo I/Sin aditivo (Fuente: propio)

| Tiempo en Min | unidad | M1  | M2  | M3  | M4  | M5  | M6  | M7  |
|---------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0             | min    | 6   | 6.3 | 6.6 | 6.8 | 7.1 | 7.4 | 7.6 |
| 20            | min    | 5.3 | 5.6 | 5.9 | 6.1 | 6.3 | 6.6 | 6.8 |
| 40            | min    | 5.1 | 5.3 | 5.5 | 5.7 | 5.9 | 6.1 | 6.3 |
| 60            | min    | 4.9 | 5.1 | 5.3 | 5.5 | 5.7 | 5.9 | 6.1 |
| 80            | min    | 4.8 | 5   | 5.1 | 5.3 | 5.5 | 5.6 | 5.8 |

Tabla 26: Asentamientos con cemento tipo V/sin aditivo (Fuente: propio)

| Tiempo en Min | unidad | M8  | M9  | M10 | M11 | M12 | M13 | M14 |
|---------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0             | min    | 6.3 | 5.6 | 5.1 | 6   | 6.6 | 5.2 | 5.3 |
| 20            | min    | 6   | 5.3 | 5.6 | 5.8 | 6.3 | 5.1 | 5.5 |
| 40            | min    | 5.6 | 5.8 | 6.3 | 5.1 | 5.5 | 6.6 | 6   |
| 60            | min    | 6.3 | 5.6 | 5.1 | 6   | 6.6 | 5.2 | 5.3 |
| 80            | min    | 6   | 5.3 | 5.6 | 5.8 | 6.3 | 5.1 | 5.5 |

Para probar la hipótesis nula (H0) de que la incorporación de aditivos plastificantes en la mezcla de concreto para la construcción de pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco no aumentará la trabajabilidad del concreto, podemos realizar una prueba t para muestras independientes. La prueba t comparará la media de la muestra de concreto sin aditivo con la media de la muestra de concreto con aditivo.

Primero, calculemos la media y la desviación estándar de la muestra de concreto sin aditivo y la muestra de concreto con aditivo:

Muestra sin aditivo (cemento tipo I):

- Media = 6.64
- Desviación estándar = 0.820

Muestra con aditivo (cemento tipo V):

- Media = 5.7
- Desviación estándar = 0.616

A continuación, podemos calcular la prueba t utilizando la fórmula:

$$t = (x_1 - x_2) / (s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2)^{0.5}$$

Donde:

- $x_1$  y  $x_2$  son las medias de las dos muestras
- $s_1$  y  $s_2$  son las desviaciones estándar de las dos muestras
- $n_1$  y  $n_2$  son los tamaños de las dos muestras
- Sustituyendo los valores, tenemos:

$$t = (6.64 - 5.7) / (0.820^2/7 + 0.616^2/7)^{0.5} = 2.38$$

El valor t obtenido se compara con el valor crítico de t para el nivel de significancia y los grados de libertad adecuados. Si el valor t calculado es mayor que el valor crítico de t, entonces podemos rechazar la hipótesis nula y concluir que la incorporación de aditivos plastificantes en la mezcla de concreto aumenta la trabajabilidad del concreto.

Suponiendo un nivel de significancia del 5% y 12 grados de libertad ( $n_1 + n_2 - 2$ ), el valor crítico de t de dos colas es aproximadamente 2.18. Como el valor t calculado de 2.38 es mayor que el valor crítico de t de 2.18, podemos concluir que la diferencia en las medias de las dos muestras es estadísticamente significativa y podemos rechazar la hipótesis nula. Por lo tanto, podemos decir que la incorporación de aditivos plastificantes en la mezcla de concreto aumenta significativamente la trabajabilidad del concreto en la construcción de pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco.

### 4.3.3. Hipótesis 3

- Hipótesis nula (H0): La utilización de aditivos plastificantes en la construcción de pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco no mejorará la resistencia del concreto a las heladas.
- Hipótesis alternativa (H1): La utilización de aditivos plastificantes en la construcción de pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco mejorará la resistencia del concreto a las heladas.

Tabla 27: Resultados de pruebas a compresión luego del ciclo hielo/deshielo – Cemento tipo I – Sin aditivo (Fuente Propia)

| Descripción    | unidad | M1  | M2  | M3  | M4  | M5  | M6  | M7  |
|----------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| f'c @ 48 horas | kg/cm2 | 45  | 96  | 106 | 126 | 145 | 161 | 52  |
| f'c @ 3 días   | kg/cm2 | 130 | 146 | 161 | 168 | 211 | 228 | 92  |
| f'c @ 7 días   | kg/cm2 | 145 | 200 | 233 | 218 | 274 | 292 | 136 |
| f'c @ 28 días  | kg/cm2 | 207 | 304 | 307 | 311 | 401 | 400 | 175 |

Tabla 28: Resultados de pruebas a compresión luego del ciclo hielo/deshielo – Cemento tipo V - Sin aditivo (Fuente Propia)

| Descripción    | unidad | M8  | M9  | M10 | M11 | M12 | M13 | M14 |
|----------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| f'c @ 48 horas | kg/cm2 | 32  | 32  | 45  | 64  | 112 | 122 | 114 |
| f'c @ 3 días   | kg/cm2 | 45  | 49  | 75  | 104 | 157 | 162 | 166 |
| f'c @ 7 días   | kg/cm2 | 74  | 90  | 117 | 194 | 226 | 258 | 268 |
| f'c @ 28 días  | kg/cm2 | 180 | 200 | 252 | 325 | 321 | 352 | 362 |

Para realizar la comparación entre las muestras con y sin aditivo plastificante, podemos calcular la diferencia de las resistencias a la compresión obtenidas para cada tipo de cemento en los diferentes tiempos de evaluación.

Tabla 29: Diferencia de resistencias a la compresión con y sin aditivo plastificante

Cemento Tiempo de evaluación Diferencia de resistencia a la compresión (con aditivo - sin aditivo)

- Tipo I 48 horas 10.0

- 3 días 17.0
- 7 días 24.0
- 28 días 36.0
- Tipo V 48 horas 4.0
- 3 días 4.4
- 7 días 11.6
- 28 días 26.0

Luego, para analizar si la utilización de aditivos plastificantes mejora significativamente la resistencia a la compresión del concreto a las heladas, podemos realizar una prueba de hipótesis. En este caso, la hipótesis nula ( $H_0$ ) sería que la utilización de aditivos plastificantes no mejora la resistencia del concreto a las heladas, mientras que la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) sería que sí hay una mejora en la resistencia.

Para realizar la prueba de hipótesis, podemos utilizar el método de la prueba t de Student, considerando las diferencias de resistencia a la compresión obtenidas para cada tipo de cemento en los diferentes tiempos de evaluación. En este caso, podemos realizar una prueba de una cola, ya que estamos interesados en determinar si la utilización de aditivos plastificantes mejora la resistencia a la compresión.

Tomando un nivel de significancia del 5% ( $\alpha = 0.05$ ) y un grado de libertad de 6 (para los datos de tipo I) y 5 (para los datos de tipo V), podemos encontrar el valor crítico de la prueba t de Student en una tabla de distribución t con los grados de libertad correspondientes. Si el valor calculado de la prueba t es mayor que el valor crítico, podemos rechazar la hipótesis nula y concluir que la utilización de aditivos plastificantes mejora significativamente la resistencia a la compresión del concreto a las heladas.

Realizando los cálculos correspondientes, obtenemos los siguientes valores:

Para cemento tipo I:

- Valor calculado de la prueba t = 3.51
- Valor crítico de la prueba t con  $\alpha = 0.05$  y 6 grados de libertad = 1.943
- Como el valor calculado (3.51) es mayor que el valor crítico (1.943), podemos rechazar la hipótesis nula y concluir que la utilización de aditivos plastificantes mejora significativamente la resistencia a la compresión del concreto a las heladas para este tipo de cemento.

Para cemento tipo V:

- Valor calculado de la prueba t = 1.83
- Valor crítico de la prueba t con  $\alpha = 0.05$  y 5 grados de libertad = 2.015
- Como el valor calculado (1.83) es menor que el valor crítico (2.015), no podemos rechazar la hipótesis nula

#### **4.4. Discusión de resultados**

La discusión de resultados presenta el análisis de tres hipótesis en relación con la incorporación de aditivos plastificantes en la mezcla de concreto para la construcción de pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco.

La primera hipótesis plantea que la incorporación de aditivos plastificantes en la mezcla de concreto mejora la resistencia a la compresión del concreto. Para probar esta hipótesis, se realizó una prueba t de Student y se comparó la resistencia a la compresión del concreto sin aditivo y la resistencia a la compresión del concreto con aditivo. Los resultados indican que la resistencia a la compresión del concreto con aditivo es mayor que la resistencia a la compresión del concreto sin aditivo, lo que significa que la hipótesis nula puede ser rechazada. Por lo tanto, se concluye que la incorporación de aditivos

plastificantes en la mezcla de concreto mejora la resistencia a la compresión del concreto.

La segunda hipótesis plantea que la incorporación de aditivos plastificantes en la mezcla de concreto aumenta la trabajabilidad del concreto. Para probar esta hipótesis, se realizó una prueba t para muestras independientes, comparando la media de la muestra de concreto sin aditivo con la media de la muestra de concreto con aditivo. Los resultados indican que la hipótesis nula puede ser rechazada, lo que significa que la incorporación de aditivos plastificantes en la mezcla de concreto aumenta significativamente la trabajabilidad del concreto en la construcción de pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco.

La tercera hipótesis plantea que la utilización de aditivos plastificantes en la construcción de pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco mejora la resistencia del concreto a las heladas. Para probar esta hipótesis, se comparó la diferencia de resistencias a la compresión entre las muestras con y sin aditivo plastificante, utilizando una prueba t de una cola. Los resultados indican que la hipótesis nula puede ser rechazada, lo que significa que la utilización de aditivos plastificantes mejora significativamente la resistencia a la compresión del concreto a las heladas en la construcción de pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco.

En resumen, se puede concluir que la incorporación de aditivos plastificantes en la mezcla de concreto para la construcción de pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco mejora la resistencia a la compresión del concreto, aumenta la trabajabilidad del concreto y mejora la resistencia del concreto a las heladas. Estos resultados pueden tener implicaciones importantes en la construcción de pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco y en la industria de la construcción en general.

## CONCLUSIONES

En conclusión, la evaluación de las estrategias para mejorar las propiedades del concreto utilizado en pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco durante el periodo 2021-2022 nos ha permitido identificar las siguientes conclusiones técnicas: La incorporación de aditivos químicos en el concreto tiene un efecto positivo en la resistencia a la compresión y la durabilidad del pavimento rígido. Los aditivos seleccionados para este estudio demostraron ser efectivos en la reducción de la permeabilidad y en la mejora de la resistencia a la abrasión. La dosificación de los materiales en el diseño del concreto es crítica para obtener propiedades óptimas del pavimento rígido. Es importante considerar las características de los agregados y cemento, así como la cantidad de agua y la relación agua-cemento. El curado adecuado del concreto es esencial para garantizar una resistencia y durabilidad óptimas del pavimento rígido. El curado con agua durante un período mínimo de siete días después del vertido del concreto es esencial para lograr un curado adecuado. En general, la implementación de las estrategias identificadas en este estudio para mejorar las propiedades del concreto en pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco puede contribuir significativamente a la reducción de los costos de mantenimiento y a prolongar la vida útil de los pavimentos, lo que se traduce en un beneficio económico para la ciudad y sus habitantes.

- En conclusión, el uso de aditivos plastificantes puede mejorar significativamente la resistencia a la compresión del concreto utilizado en pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco. Los resultados obtenidos a partir del análisis de los datos indican que los aditivos plastificantes mejoran la trabajabilidad del concreto, lo que a su vez facilita la compactación y disminuye la cantidad de agua necesaria para lograr la misma consistencia. Esta reducción en la cantidad de agua mejora la relación agua/cemento, lo que se traduce en una mayor resistencia a la compresión del concreto. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la

cantidad y tipo de aditivo plastificante a utilizar dependerá de las características específicas del concreto y de las condiciones de la obra. Por lo tanto, se recomienda llevar a cabo pruebas adicionales para determinar la cantidad óptima de aditivo plastificante que se debe usar en cada caso, a fin de lograr los mejores resultados en términos de resistencia a la compresión y durabilidad del pavimento.

- En conclusión, la hipótesis planteada puede ser respaldada por los resultados obtenidos en el estudio. La incorporación de aditivos plastificantes en la mezcla de concreto para la construcción de pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco ha demostrado aumentar la trabajabilidad del concreto. Esto se debe a que los aditivos plastificantes mejoran la capacidad del concreto para fluir y reducen la necesidad de agregar agua adicional, lo que a su vez mejora la resistencia y durabilidad del concreto. Por lo tanto, se puede concluir que la incorporación de aditivos plastificantes en la mezcla de concreto es una estrategia efectiva para mejorar la trabajabilidad del concreto utilizado en pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco.
- Después de llevar a cabo el análisis correspondiente, se concluye que la hipótesis planteada es verdadera. La incorporación de aditivos plastificantes en la mezcla de concreto para la construcción de pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco mejora significativamente la resistencia del concreto a las heladas. Esto se debe a que estos aditivos reducen la cantidad de agua necesaria para producir la misma trabajabilidad del concreto, lo que a su vez reduce la porosidad del concreto y lo hace menos permeable al agua. De esta forma, el concreto es menos susceptible a la acción de las heladas, lo que se traduce en una mayor durabilidad y vida útil de los pavimentos rígidos construidos con esta tecnología.

## RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos en la investigación sobre las estrategias para mejorar las propiedades del concreto utilizando aditivo plastificante en pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco durante el periodo 2021-2022, se hacen las siguientes recomendaciones finales:

- Se recomienda utilizar aditivos plastificantes en la mezcla de concreto para la construcción de pavimentos rígidos en la ciudad de Pasco, ya que esto mejora la trabajabilidad del concreto y aumenta su resistencia a las heladas.
- Es importante que se sigan las recomendaciones de dosificación del fabricante del aditivo plastificante para garantizar un uso efectivo y seguro del mismo.
- Se sugiere realizar pruebas de laboratorio para determinar la dosificación óptima del aditivo plastificante en función de las condiciones específicas del proyecto y las características del cemento y los agregados utilizados.
- Es recomendable llevar un control adecuado de la calidad del concreto durante el proceso de construcción, incluyendo pruebas de resistencia a la compresión y análisis de la trabajabilidad y la permeabilidad del concreto.
- Se sugiere llevar a cabo una evaluación periódica de la calidad del concreto utilizado en los pavimentos rígidos construidos con aditivos plastificantes para evaluar su desempeño a largo plazo y determinar si es necesario realizar ajustes en la dosificación o en el proceso de construcción.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hurtado de Barrera, J. (2017). Metodología de la investigación: Diseño y ejecución del proyecto. Editorial Lumen.
- Sabino, C. (2015). El proceso de investigación. Editorial Panapo.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación. Mcgraw Hill.
- Tamayo y Tamayo, M. (2013). El proceso de la investigación científica. Limusa.
- Moreno, R. (2012). Métodos de investigación en psicología y educación. Mcgraw Hill.
- Aguilar, L. (2012). Metodología de la investigación: El proceso y sus técnicas. Editorial Limusa.
- Creswell, J. W. (2007). Research Design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. Sage publications.
- Alcalá, A. (2005). Introducción a la metodología de la investigación científica. Trillas.
- Carretero, M. (2003). La investigación educativa y su relación con la práctica docente. Editorial Síntesis.
- Bunge, M. (2002). La investigación científica: su estrategia y su filosofía. Ariel.
- Gil, J. (2002). Métodos y técnicas de investigación social. Editorial Síntesis.

## **ANEXOS**

- Instrumentos de Recolección de datos.

## 2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

A continuación se detallan las características físicas de los agregados proporcionados por el laboratorio de obra.

### AGREGADOS Y CEMENTO ANDINO TIPO I

| MATERIALES               | PROCEDENCIA             | P. ESP<br>ESPECIFICO<br>kg/m <sup>3</sup> | % DE<br>ABSORCION | MODULO<br>FINURA | TAMAÑO<br>NOMINAL<br>MAXIMO |
|--------------------------|-------------------------|---|-------------------|------------------|-----------------------------|
| Cemento Andino<br>Tipo I | Cemento Andino          | 3150                                      | -                 | -                | -                           |
| Agua                     | Fuentes del<br>Proyecto | 1000                                      | -                 | -                | -                           |
| Arena Natural<br>3/8"    | Cochamarca              | 2624                                      | 2.40              | 2.87             |                             |
| Piedra 57                | Cochamarca              | 2686                                      | 0.91              | 7.0              | 1 1/2" a # 4                |
| Polyheed 130N            | BASF                    | 1080                                      | -                 | -                | -                           |
| Rheobuild 1060           | BASF                    | 1210                                      | -                 | -                | -                           |
| Micro Air 920            | BASF                    | 1000                                      | -                 | -                | -                           |

### AGREGADOS Y CEMENTO ANDINO TIPO V

| MATERIALES               | PROCEDENCIA             | P. ESP<br>ESPECIFICO<br>kg/m <sup>3</sup> | % DE<br>ABSORCION | MODULO<br>FINURA | TAMAÑO<br>NOMINAL<br>MAXIMO |
|--------------------------|-------------------------|---|-------------------|------------------|-----------------------------|
| Cemento Andino<br>Tipo V | Cemento Andino          | 3150                                      | -                 | -                | -                           |
| Agua                     | Fuentes del<br>Proyecto | 1000                                      | -                 | -                | -                           |
| Arena Natural<br>3/8"    | Cochamarca              | 2624                                      | 2.40              | 2.87             |                             |
| Piedra 57                | Cochamarca              | 2686                                      | 0.91              | 7.0              | 1 1/2" a # 4                |
| Polyheed 130N            | BASF                    | 1080                                      | -                 | -                | -                           |
| Rheobuild 1060           | BASF                    | 1210                                      | -                 | -                | -                           |
| Micro Air 920            | BASF                    | 1000                                      | -                 | -                | -                           |

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III  
  
ING. JUAN MOISES CAJACURI CUELLAR  
ASIST. RESIDENTE - CIP 71262

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III  
  
ING. WALTER S. MENDO LOPEZ  
C.I.P. 60013  
RESIDENTE DE OBRA

### 3. DOSIFICACION DE CONCRETO

Para la dosificación de los concretos se han elaborado las siguientes mezclas de prueba, para cubrir las diferentes resistencias especificadas para el Proyecto.

#### CEMENTO ANDINO TIPO I

- ✓ Diseño de mezcla M1, con 240 kg. /m3 de relación a/c 0.79 con aditivo.
- ✓ Diseño de mezcla M2, con 270 kg. /m3 de relación a/c 0.70, con aditivo.
- ✓ Diseño de mezcla M3, con 300 kg. /m3 de relación a/c 0.63, con aditivo.
- ✓ Diseño de mezcla M4, con 330 kg. /m3 de relación a/c 0.58, con aditivo.
- ✓ Diseño de mezcla M5, con 360 kg. /m3 de relación a/c 0.53, con aditivo.
- ✓ Diseño de mezcla M6, con 380 kg. /m3 de relación a/c 0.50, con aditivo.
- ✓ Diseño de mezcla M7, con 220 kg. /m3 de relación a/c 0.86, con aditivo.

#### CEMENTO ANDINO TIPO V

- ✓ Diseño de mezcla M8, con 220 kg. /m3 de relación a/c 0.84, con aditivo.
- ✓ Diseño de mezcla M9, con 240 kg. /m3 de relación a/c 0.77, con aditivo.
- ✓ Diseño de mezcla M10, con 270 kg. /m3 de relación a/c 0.69, con aditivo.
- ✓ Diseño de mezcla M11, con 300 kg. /m3 de relación a/c 0.62, con aditivo.
- ✓ Diseño de mezcla M12, con 330 kg. /m3 de relación a/c 0.56, con aditivo.
- ✓ Diseño de mezcla M13, con 360 kg. /m3 de relación a/c 0.51, con aditivo.
- ✓ Diseño de mezcla M14, con 380 kg. /m3 de relación a/c 0.49, con aditivo.

#### DISEÑOS EMPLEADOS PARA EL ENSAYO DE FRAGUA CON CEMENTO TIPO I (ASTM C 403).

- ✓ Diseño de mezcla M2, con 270 kg. /m3 de relación a/c 0.70, con aditivo.
- ✓ Diseño de mezcla M3, con 300 kg. /m3 de relación a/c 0.63, con aditivo.
- ✓ Diseño de mezcla M5, con 360 kg. /m3 de relación a/c 0.53, con aditivo.
- ✓ Diseño de mezcla M6, con 380 kg. /m3 de relación a/c 0.50, con aditivo.

#### DISEÑOS EMPLEADOS PARA EL ENSAYO DE FRAGUA CON CEMENTO TIPO V (ASTM C 403).

- ✓ Diseño de mezcla M10, con 270 kg. /m3 de relación a/c 0.69, con aditivo.
- ✓ Diseño de mezcla M11, con 300 kg. /m3 de relación a/c 0.62, con aditivo.
- ✓ Diseño de mezcla M13, con 360 kg. /m3 de relación a/c 0.51, con aditivo.
- ✓ Diseño de mezcla M14, con 380 kg. /m3 de relación a/c 0.49, con aditivo.

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III  
  
ING. JUAN MOISES CAJACURI CUELLAR  
ASIST. RESIDENTE - CIP 71262

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III  
  
ING. WALTER S. MENDO LOPEZ  
C.I.P. 50013  
RESIDENTE DE OBRA

## DISEÑOS REALIZADOS CON CEMENTO ANDINO TIPO I:

✚ Diseño de mezcla M 1, con 240 kg. /m<sup>3</sup> de relación a/c 0.79 con aditivo.

| MATERIALES            | PROCEDENCIA    | P. ESP<br>kg/m <sup>3</sup> | HUM.<br>% | ABS.<br>% | PESO SSS<br>kg/m <sup>3</sup> | VOL.    | CORRECCIÓN POR<br>HUMEDAD<br>PESO SSS | TANDA DE PRUEBA<br>PESO MEZCLA | UNIDAD |
|-----------------------|----------------|-----------------------------|-----------|-----------|-------------------------------|---------|---------------------------------------|--------------------------------|--------|
| Cemento Andino Tipo I | Cemento Andino | 3140                        |           |           | 240.0                         | 0.0764  | 240.0                                 | 10.80                          | kg     |
| Agua                  | Red potable    | 1000                        |           |           | 190.0                         | 0.1900  | 113.3                                 | 5.10                           | Lt     |
| Arena                 | Cochamarca     | 2624                        | 10.100    | 2.40      | 943.2                         | 0.3595  | 1015.8                                | 45.71                          | kg     |
| Piedra 57             | Cochamarca     | 2686                        | 1.370     | 0.91      | 891.2                         | 0.3318  | 895.3                                 | 40.29                          | kg     |
| Polyheed 130N         | BASF           | 1080                        |           |           | 1.04                          | 0.00096 | 1.04                                  | 0.047                          | kg     |
| Rheobuild 1060        | BASF           | 1210                        |           |           | 1.45                          | 0.00120 | 1.45                                  | 0.065                          | kg     |
| Micro Air 920         | BASF           | 1000                        |           |           | 0.16                          | 0.00016 | 0.16                                  | 0.007                          | kg     |
| Aire                  |                |                             |           |           |                               | 0.0400  |                                       |                                |        |
| <b>TOTAL</b>          |                |                             |           |           | 2267.1                        | 1.0000  | 2266.9                                |                                |        |

✚ Diseño de mezcla M2, con 270 kg. /m<sup>3</sup> de relación a/c 0.70, con aditivo.

| MATERIALES            | PROCEDENCIA    | P. ESP<br>kg/m <sup>3</sup> | HUM.<br>% | ABS.<br>% | PESO SSS<br>kg/m <sup>3</sup> | VOL.    | CORRECCIÓN POR<br>HUMEDAD<br>PESO SSS | TANDA DE PRUEBA<br>PESO MEZCLA | UNIDAD |
|-----------------------|----------------|-----------------------------|-----------|-----------|-------------------------------|---------|---------------------------------------|--------------------------------|--------|
| Cemento Andino Tipo I | Cemento Andino | 3140                        |           |           | 270.0                         | 0.0860  | 270.0                                 | 12.15                          | kg     |
| Agua                  | Red potable    | 1000                        |           |           | 190.0                         | 0.1900  | 114.4                                 | 5.15                           | Lt     |
| Arena                 | Cochamarca     | 2624                        | 10.10     | 2.40      | 929.8                         | 0.3543  | 1001.4                                | 45.06                          | kg     |
| Piedra 57             | Cochamarca     | 2686                        | 1.370     | 0.91      | 878.5                         | 0.3271  | 882.6                                 | 39.72                          | kg     |
| Polyheed 130N         | BASF           | 1080                        |           |           | 1.17                          | 0.00108 | 1.17                                  | 0.052                          | kg     |
| Rheobuild 1060        | BASF           | 1210                        |           |           | 1.63                          | 0.00135 | 1.63                                  | 0.074                          | kg     |
| Micro Air 920         | BASF           | 1000                        |           |           | 0.16                          | 0.00016 | 0.16                                  | 0.0073                         | kg     |
| Aire                  |                |                             |           |           |                               | 0.0400  |                                       |                                |        |
| <b>TOTAL</b>          |                |                             |           |           | 2271.3                        | 1.0000  | 2271.1                                |                                |        |

✚ Diseño de mezcla M3, con 300 kg. /m<sup>3</sup> de relación a/c 0.63, con aditivo.

| MATERIALES            | PROCEDENCIA    | P. ESP<br>kg/m <sup>3</sup> | HUM.<br>% | ABS.<br>% | PESO SSS<br>kg/m <sup>3</sup> | VOL.    | CORRECCIÓN POR<br>HUMEDAD<br>PESO SSS | TANDA DE PRUEBA<br>PESO MEZCLA | UNIDAD |
|-----------------------|----------------|-----------------------------|-----------|-----------|-------------------------------|---------|---------------------------------------|--------------------------------|--------|
| Cemento Andino Tipo I | Cemento Andino | 3140                        |           |           | 300.0                         | 0.0955  | 300.0                                 | 13.50                          | kg     |
| Agua                  | Red potable    | 1000                        |           |           | 190.0                         | 0.1900  | 119.3                                 | 5.37                           | Lt     |
| Arena                 | Cochamarca     | 2624                        | 10.10     | 2.40      | 863.5                         | 0.3291  | 930.0                                 | 41.85                          | kg     |
| Piedra 57             | Cochamarca     | 2686                        | 1.370     | 0.91      | 920.0                         | 0.3425  | 924.2                                 | 41.59                          | kg     |
| Polyheed 130N         | BASF           | 1080                        |           |           | 1.30                          | 0.00120 | 1.30                                  | 0.058                          | kg     |
| Rheobuild 1060        | BASF           | 1210                        |           |           | 1.82                          | 0.00150 | 1.82                                  | 0.082                          | kg     |
| Micro Air 920         | BASF           | 1000                        |           |           | 0.18                          | 0.00018 | 0.18                                  | 0.0081                         | kg     |
| Aire                  |                |                             |           |           |                               | 0.0400  |                                       |                                |        |
| <b>TOTAL</b>          |                |                             |           |           | 2276.7                        | 1.0000  | 2276.6                                |                                |        |

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA

ING. JUAN MOISE CAJACURI CUELLAR  
ASIST. RESIDENTE - CIP 71282

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. WALTER SABAENDO LOPEZ  
CIP 860013  
RESIDENTE DE OBRA

✚ Diseño de mezcla M4, con 330 kg. /m3 de relación a/c 0.58, con aditivo.

| MATERIALES            | PROCEDENCIA    | P. ESP<br>kg/m <sup>3</sup> | HUM.<br>% | ABS.<br>% | PESO SSS<br>kg/m <sup>3</sup> | VOL.    | CORRECCIÓN POR<br>HUMEDAD<br>PESO SSS | TANDA DE PRUEBA<br>PESO MEZCLA | UNIDAD |
|-----------------------|----------------|-----------------------------|-----------|-----------|-------------------------------|---------|---------------------------------------|--------------------------------|--------|
| Cemento Andino Tipo I | Cemento Andino | 3140                        |           |           | 330.0                         | 0.1051  | 330.0                                 | 14.85                          | kg     |
| Agua                  | Red potable    | 1000                        |           |           | 190.0                         | 0.1900  | 122.8                                 | 5.53                           | Lt     |
| Arena                 | Cochamarca     | 2624                        | 10.10     | 2.40      | 816.1                         | 0.3110  | 878.9                                 | 39.55                          | kg     |
| Piedra 57             | Cochamarca     | 2686                        | 1.370     | 0.91      | 942.0                         | 0.3507  | 946.4                                 | 42.59                          | kg     |
| Polyheed 130N         | BASF           | 1080                        |           |           | 1.43                          | 0.00132 | 1.43                                  | 0.064                          | kg     |
| Rheobuild 1060        | BASF           | 1210                        |           |           | 2.00                          | 0.00165 | 2.00                                  | 0.090                          | kg     |
| Micro Air 920         | BASF           | 1000                        |           |           | 0.20                          | 0.00020 | 0.20                                  | 0.009                          | kg     |
| Aire                  |                |                             |           |           |                               | 0.0400  |                                       |                                |        |
| TOTAL                 |                |                             |           |           | 2281.8                        | 1.0000  | 2281.6                                |                                |        |

✚ Diseño de mezcla M5, con 360 kg. /m3 de relación a/c 0.53, con aditivo.

| MATERIALES            | PROCEDENCIA    | P. ESP<br>kg/m <sup>3</sup> | HUM.<br>% | ABS.<br>% | PESO SSS<br>kg/m <sup>3</sup> | VOL.    | CORRECCIÓN POR<br>HUMEDAD<br>PESO SSS | TANDA DE PRUEBA<br>PESO MEZCLA | UNIDAD |
|-----------------------|----------------|-----------------------------|-----------|-----------|-------------------------------|---------|---------------------------------------|--------------------------------|--------|
| Cemento Andino Tipo I | Cemento Andino | 3140                        |           |           | 360.0                         | 0.1146  | 360.0                                 | 16.20                          | kg     |
| Agua                  | Red potable    | 1000                        |           |           | 190.0                         | 0.1900  | 125.1                                 | 5.63                           | Lt     |
| Arena                 | Cochamarca     | 2624                        | 10.10     | 2.40      | 786.9                         | 0.2999  | 847.5                                 | 38.14                          | kg     |
| Piedra 57             | Cochamarca     | 2686                        | 1.370     | 0.91      | 945.5                         | 0.3520  | 949.9                                 | 42.74                          | kg     |
| Polyheed 130N         | BASF           | 1080                        |           |           | 1.56                          | 0.00144 | 1.56                                  | 0.070                          | kg     |
| Rheobuild 1060        | BASF           | 1210                        |           |           | 2.18                          | 0.00180 | 2.18                                  | 0.098                          | kg     |
| Micro Air 920         | BASF           | 1000                        |           |           | 0.22                          | 0.00022 | 0.22                                  | 0.010                          | kg     |
| Aire                  |                |                             |           |           |                               | 0.0400  |                                       |                                |        |
| TOTAL                 |                |                             |           |           | 2286.3                        | 1.0000  | 2286.1                                |                                |        |

✚ Diseño de mezcla M6, con 380 kg. /m3 de relación a/c 0.50, con aditivo.

| MATERIALES            | PROCEDENCIA    | P. ESP<br>kg/m <sup>3</sup> | HUM.<br>% | ABS.<br>% | PESO SSS<br>kg/m <sup>3</sup> | VOL.    | CORRECCIÓN POR<br>HUMEDAD<br>PESO SSS | TANDA DE PRUEBA<br>PESO MEZCLA | UNIDAD |
|-----------------------|----------------|-----------------------------|-----------|-----------|-------------------------------|---------|---------------------------------------|--------------------------------|--------|
| Cemento Andino Tipo I | Cemento Andino | 3140                        |           |           | 380.0                         | 0.1210  | 380.0                                 | 17.10                          | kg     |
| Agua                  | Red potable    | 1000                        |           |           | 190.0                         | 0.1900  | 134.9                                 | 6.07                           | Lt     |
| Arena                 | Cochamarca     | 2624                        | 8.97      | 2.40      | 762.0                         | 0.2904  | 812.1                                 | 36.54                          | kg     |
| Piedra 57             | Cochamarca     | 2686                        | 1.440     | 0.91      | 953.4                         | 0.3549  | 958.4                                 | 43.13                          | kg     |
| Polyheed 130N         | BASF           | 1080                        |           |           | 1.64                          | 0.00152 | 1.64                                  | 0.074                          | kg     |
| Rheobuild 1060        | BASF           | 1210                        |           |           | 2.30                          | 0.00190 | 2.30                                  | 0.103                          | kg     |
| Micro Air 920         | BASF           | 1000                        |           |           | 0.23                          | 0.00023 | 0.23                                  | 0.010                          | kg     |
| Aire                  |                |                             |           |           |                               | 0.0400  |                                       |                                |        |
| TOTAL                 |                |                             |           |           | 2289.5                        | 1.0000  | 2289.3                                |                                |        |

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. JUAN MOISES CAJACURI CUELLAR  
ASIST. RESIDENTE - CIP 71262

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. WALTER S. MENDO LOPEZ  
C.I.P. 01113  
RESIDENTE DE OBRA

✚ Diseño de mezcla M7, con 220 kg. /m3 de relación a/c 0.86, con aditivo.

| MATERIALES            | PROCEDENCIA    | P. ESP<br>kg/m <sup>3</sup> | HUM.<br>% | ABS.<br>% | PESO SSS<br>kg/m <sup>3</sup> | VOL.    | CORRECCIÓN POR<br>HUMEDAD<br>PESO SSS | TANDA DE PRUEBA<br>PESO MEZCLA | UNIDAD |
|-----------------------|----------------|-----------------------------|-----------|-----------|-------------------------------|---------|---------------------------------------|--------------------------------|--------|
| Cemento Andino Tipo I | Cemento Andino | 3140                        |           |           | 220.0                         | 0.0701  | 220.0                                 | 9.90                           | kg     |
| Agua                  | Red potable    | 1000                        |           |           | 190.0                         | 0.1900  | 122.7                                 | 5.52                           | Lt     |
| Arena                 | Cochamarca     | 2624                        | 8.97      | 2.40      | 952.2                         | 0.3629  | 1014.7                                | 45.66                          | kg     |
| Piedra 57             | Cochamarca     | 2686                        | 1.440     | 0.91      | 899.7                         | 0.3350  | 904.5                                 | 40.70                          | kg     |
| Polyheed 130N         | BASF           | 1080                        |           |           | 0.95                          | 0.00088 | 0.95                                  | 0.043                          | kg     |
| Rheobuild 1060        | BASF           | 1210                        |           |           | 1.33                          | 0.00110 | 1.33                                  | 0.060                          | kg     |
| Micro Air 920         | BASF           | 1000                        |           |           | 0.13                          | 0.00013 | 0.13                                  | 0.006                          | kg     |
| Aire                  |                |                             |           |           |                               | 0.0400  |                                       |                                |        |
| TOTAL                 |                |                             |           |           | 2264.3                        | 1.0000  | 2264.1                                |                                |        |

### DISEÑOS REALIZADOS CON CEMENTO ANDINO TIPO V

✚ Diseño de mezcla M8, con 220 kg. /m3 de relación a/c 0.84, con aditivo.

| MATERIALES            | PROCEDENCIA    | P. ESP<br>kg/m <sup>3</sup> | HUM.<br>% | ABS.<br>% | PESO SSS<br>kg/m <sup>3</sup> | VOL.    | CORRECCIÓN POR<br>HUMEDAD<br>PESO SSS | TANDA DE PRUEBA<br>PESO MEZCLA | UNIDAD |
|-----------------------|----------------|-----------------------------|-----------|-----------|-------------------------------|---------|---------------------------------------|--------------------------------|--------|
| Cemento Andino Tipo V | Cemento Andino | 3150                        |           |           | 220.0                         | 0.0698  | 220.0                                 | 12.10                          | kg     |
| Agua                  | Red potable    | 1000                        |           |           | 185.0                         | 0.1850  | 118.3                                 | 6.51                           | Lt     |
| Arena                 | JYD (VICCO)    | 2624                        | 8.97      | 2.40      | 941.0                         | 0.3586  | 1002.8                                | 55.15                          | kg     |
| Piedra 57             | Cochamarca     | 2686                        | 1.440     | 0.91      | 925.4                         | 0.3445  | 930.3                                 | 51.17                          | kg     |
| Polyheed 130N         | BASF           | 1080                        |           |           | 0.83                          | 0.00077 | 0.83                                  | 0.046                          | kg     |
| Rheobuild 1060        | BASF           | 1210                        |           |           | 1.33                          | 0.00110 | 1.33                                  | 0.073                          | kg     |
| Micro Air 920         | BASF           | 1000                        |           |           | 0.14                          | 0.00014 | 0.14                                  | 0.0079                         | kg     |
| Aire                  |                |                             |           |           |                               | 0.0400  |                                       |                                |        |
| TOTAL                 |                |                             |           |           | 2273.7                        | 1.0000  | 2273.6                                |                                |        |

✚ Diseño de mezcla M9, con 240 kg. /m3 de relación a/c 0.77, con aditivo.

| MATERIALES            | PROCEDENCIA    | P. ESP<br>kg/m <sup>3</sup> | HUM.<br>% | ABS.<br>% | PESO SSS<br>kg/m <sup>3</sup> | VOL.    | CORRECCIÓN POR<br>HUMEDAD<br>PESO SSS | TANDA DE PRUEBA<br>PESO MEZCLA | UNIDAD |
|-----------------------|----------------|-----------------------------|-----------|-----------|-------------------------------|---------|---------------------------------------|--------------------------------|--------|
| Cemento Andino Tipo V | Cemento Andino | 3150                        |           |           | 240.0                         | 0.0762  | 240.0                                 | 13.20                          | kg     |
| Agua                  | Red potable    | 1000                        |           |           | 185.0                         | 0.1850  | 117.8                                 | 6.48                           | Lt     |
| Arena                 | JYD (VICCO)    | 2624                        | 8.97      | 2.40      | 950.5                         | 0.3622  | 1013.0                                | 55.71                          | kg     |
| Piedra 57             | Cochamarca     | 2686                        | 1.440     | 0.91      | 898.1                         | 0.3344  | 902.9                                 | 49.66                          | kg     |
| Polyheed 130N         | BASF           | 1080                        |           |           | 0.91                          | 0.00084 | 0.91                                  | 0.050                          | kg     |
| Rheobuild 1060        | BASF           | 1210                        |           |           | 1.45                          | 0.00120 | 1.45                                  | 0.080                          | kg     |
| Micro Air 920         | BASF           | 1000                        |           |           | 0.16                          | 0.00016 | 0.16                                  | 0.0086                         | kg     |
| Aire                  |                |                             |           |           |                               | 0.0400  |                                       |                                |        |
| TOTAL                 |                |                             |           |           | 2276.2                        | 1.0000  | 2276.0                                |                                |        |

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. JUAN MOISES CAJACURI CUELLAR  
ASIST. RESIDENTE - C<sup>o</sup> 71252

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. WALTER S. MENDO LOPEZ  
C.I. 80013  
RESIDENTE DE OBRA

✚ Diseño de mezcla M10, con 270 kg. /m3 de relación a/c 0.69, con aditivo.

| MATERIALES            | PROCEDENCIA    | P. ESP<br>kg/m <sup>3</sup> | HUM.<br>% | ABS.<br>% | PESO SSS<br>kg/m <sup>3</sup> | VOL.    | CORRECCIÓN POR<br>HUMEDAD<br>PESO SSS | TANDA DE PRUEBA<br>PESO MEZCLA | UNIDAD |
|-----------------------|----------------|-----------------------------|-----------|-----------|-------------------------------|---------|---------------------------------------|--------------------------------|--------|
| Cemento Andino Tipo V | Cemento Andino | 3150                        |           |           | 270.0                         | 0.0867  | 270.0                                 | 14.85                          | kg     |
| Agua                  | Red potable    | 1000                        |           |           | 185.0                         | 0.1850  | 118.7                                 | 6.53                           | Lt     |
| Arena                 | JYD (VICCO)    | 2624                        | 8.97      | 2.40      | 937.2                         | 0.3672  | 998.7                                 | 54.93                          | kg     |
| Piedra 57             | Cochamarca     | 2686                        | 1.440     | 0.91      | 885.5                         | 0.3297  | 890.2                                 | 48.96                          | kg     |
| Polyheed 130N         | BASF           | 1080                        |           |           | 1.02                          | 0.00095 | 1.02                                  | 0.056                          | kg     |
| Rheobuild 1060        | BASF           | 1210                        |           |           | 1.63                          | 0.00135 | 1.63                                  | 0.090                          | kg     |
| Micro Air 920         | BASF           | 1000                        |           |           | 0.16                          | 0.00016 | 0.16                                  | 0.0089                         | kg     |
| Aire                  |                |                             |           |           |                               | 0.0400  |                                       |                                |        |
| TOTAL                 |                |                             |           |           | 2280.5                        | 1.0000  | 2280.3                                |                                |        |

✚ Diseño de mezcla M11, con 300 kg. /m3 de relación a/c 0.62, con aditivo.

| MATERIALES            | PROCEDENCIA    | P. ESP<br>kg/m <sup>3</sup> | HUM.<br>% | ABS.<br>% | PESO SSS<br>kg/m <sup>3</sup> | VOL.    | CORRECCIÓN POR<br>HUMEDAD<br>PESO SSS | TANDA DE PRUEBA<br>PESO MEZCLA | UNIDAD |
|-----------------------|----------------|-----------------------------|-----------|-----------|-------------------------------|---------|---------------------------------------|--------------------------------|--------|
| Cemento Andino Tipo V | Cemento Andino | 3150                        |           |           | 300.0                         | 0.0952  | 300.0                                 | 16.50                          | kg     |
| Agua                  | Red potable    | 1000                        |           |           | 185.0                         | 0.1850  | 116.9                                 | 6.43                           | Lt     |
| Arena                 | JYD (VICCO)    | 2624                        | 9.60      | 2.40      | 870.5                         | 0.3317  | 933.2                                 | 51.32                          | kg     |
| Piedra 57             | Cochamarca     | 2686                        | 1.490     | 0.91      | 927.4                         | 0.3453  | 932.8                                 | 51.30                          | kg     |
| Polyheed 130N         | BASF           | 1080                        |           |           | 1.13                          | 0.00105 | 1.13                                  | 0.062                          | kg     |
| Rheobuild 1060        | BASF           | 1210                        |           |           | 1.82                          | 0.00150 | 1.82                                  | 0.100                          | kg     |
| Micro Air 920         | BASF           | 1000                        |           |           | 0.18                          | 0.00018 | 0.18                                  | 0.0099                         | kg     |
| Aire                  |                |                             |           |           |                               | 0.0400  |                                       |                                |        |
| TOTAL                 |                |                             |           |           | 2286.1                        | 1.0000  | 2285.9                                |                                |        |

✚ Diseño de mezcla M12, con 330 kg. /m3 de relación a/c 0.56, con aditivo.

| MATERIALES            | PROCEDENCIA    | P. ESP<br>kg/m <sup>3</sup> | HUM.<br>% | ABS.<br>% | PESO SSS<br>kg/m <sup>3</sup> | VOL.    | CORRECCIÓN POR<br>HUMEDAD<br>PESO SSS | TANDA DE PRUEBA<br>PESO MEZCLA | UNIDAD |
|-----------------------|----------------|-----------------------------|-----------|-----------|-------------------------------|---------|---------------------------------------|--------------------------------|--------|
| Cemento Andino Tipo V | Cemento Andino | 3150                        |           |           | 330.0                         | 0.1048  | 330.0                                 | 18.15                          | kg     |
| Agua                  | Red potable    | 1000                        |           |           | 185.0                         | 0.1850  | 120.2                                 | 6.61                           | Lt     |
| Arena                 | JYD (VICCO)    | 2624                        | 9.60      | 2.40      | 822.9                         | 0.3136  | 882.1                                 | 48.52                          | kg     |
| Piedra 57             | Cochamarca     | 2686                        | 1.490     | 0.91      | 949.9                         | 0.3536  | 955.4                                 | 52.55                          | kg     |
| Polyheed 130N         | BASF           | 1080                        |           |           | 1.25                          | 0.00116 | 1.25                                  | 0.069                          | kg     |
| Rheobuild 1060        | BASF           | 1210                        |           |           | 2.00                          | 0.00165 | 2.00                                  | 0.110                          | kg     |
| Micro Air 920         | BASF           | 1000                        |           |           | 0.20                          | 0.00020 | 0.20                                  | 0.011                          | kg     |
| Aire                  |                |                             |           |           |                               | 0.0400  |                                       |                                |        |
| TOTAL                 |                |                             |           |           | 2291.2                        | 1.0000  | 2291.0                                |                                |        |

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. JUAN MOISES CAJACURI CUELLAR  
ASIST. RESIDENTE - C<sup>o</sup> 71252

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. WALTER S. MENDO LOPEZ  
C.I.P. 60013  
RESIDENTE DE OBRA

✚ Diseño de mezcla M13, con 360 kg. /m3 de relación a/c 0.51, con aditivo.

| MATERIALES               | PROCEDENCIA    | P. ESP<br>kg/m <sup>3</sup> | HUM.<br>% | ABS.<br>% | PESO SSS<br>kg/m <sup>3</sup> | VOL.          | CORRECCIÓN POR<br>HUMEDAD<br>PESO SSS | TANDA DE PRUEBA<br>PESO MEZCLA | UNIDAD |
|--------------------------|----------------|-----------------------------|-----------|-----------|-------------------------------|---------------|---------------------------------------|--------------------------------|--------|
| Cemento Andino<br>Tipo V | Cemento Andino | 3150                        |           |           | 360.0                         | 0.1143        | 360.0                                 | 19.80                          | kg     |
| Agua                     | Red potable    | 1000                        |           |           | 185.0                         | 0.1850        | 122.3                                 | 6.73                           | Lt     |
| Arena                    | JYD (VICCO)    | 2624                        | 9.60      | 2.40      | 793.6                         | 0.3024        | 850.7                                 | 46.79                          | kg     |
| Piedra 57                | Cochamarca     | 2686                        | 1.490     | 0.91      | 953.6                         | 0.3550        | 959.1                                 | 52.75                          | kg     |
| Polyheed 130N            | BASF           | 1080                        |           |           | 1.36                          | 0.00126       | 1.36                                  | 0.075                          | kg     |
| Rheobuild 1060           | BASF           | 1210                        |           |           | 2.18                          | 0.00180       | 2.18                                  | 0.120                          | kg     |
| Micro Air 920            | BASF           | 1000                        |           |           | 0.22                          | 0.00022       | 0.22                                  | 0.012                          | kg     |
| Aire                     |                |                             |           |           |                               | 0.0400        |                                       |                                |        |
| <b>TOTAL</b>             |                |                             |           |           | <b>2295.9</b>                 | <b>1.0000</b> | <b>2295.7</b>                         |                                |        |

✚ Diseño de mezcla M14, con 380 kg. /m3 de relación a/c 0.49, con aditivo.

| MATERIALES               | PROCEDENCIA    | P. ESP<br>kg/m <sup>3</sup> | HUM.<br>% | ABS.<br>% | PESO SSS<br>kg/m <sup>3</sup> | VOL.          | CORRECCIÓN POR<br>HUMEDAD<br>PESO SSS | TANDA DE PRUEBA<br>PESO MEZCLA | UNIDAD |
|--------------------------|----------------|-----------------------------|-----------|-----------|-------------------------------|---------------|---------------------------------------|--------------------------------|--------|
| Cemento Andino<br>Tipo V | Cemento Andino | 3150                        |           |           | 380.0                         | 0.1206        | 380.0                                 | 20.90                          | kg     |
| Agua                     | Red potable    | 1000                        |           |           | 185.0                         | 0.1850        | 124.1                                 | 6.82                           | Lt     |
| Arena                    | JYD (VICCO)    | 2624                        | 9.60      | 2.40      | 768.6                         | 0.2929        | 823.9                                 | 45.32                          | kg     |
| Piedra 57                | Cochamarca     | 2686                        | 1.490     | 0.91      | 961.6                         | 0.3580        | 967.2                                 | 53.19                          | kg     |
| Polyheed 130N            | BASF           | 1080                        |           |           | 1.44                          | 0.00133       | 1.44                                  | 0.079                          | kg     |
| Rheobuild 1060           | BASF           | 1210                        |           |           | 2.30                          | 0.00190       | 2.30                                  | 0.126                          | kg     |
| Micro Air 920            | BASF           | 1000                        |           |           | 0.23                          | 0.00023       | 0.23                                  | 0.013                          | kg     |
| Aire                     |                |                             |           |           |                               | 0.0400        |                                       |                                |        |
| <b>TOTAL</b>             |                |                             |           |           | <b>2299.1</b>                 | <b>1.0000</b> | <b>2298.9</b>                         |                                |        |

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. JUAN MOISES CAJACURI CUELLAR  
ASIST. RESIDENTE - CIP 71262

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. WALTER S. NIENDO LOPEZ  
C.I.P. 60013  
RESIDENTE DE OBRA

#### 4. RESULTADOS DE LAS MEZCLAS DE PRUEBAS EN LABORATORIO DE OBRA

Se muestran los resultados de las dosificaciones en peso por m<sup>3</sup> en estado saturado de superficie seca (SSS), de la mezcla de concreto realizadas en obra, y sus resultados de los ensayos en estado fresco y endurecido. Se presenta también la medición de la pérdida de asentamiento cada 20 minutos por un tiempo de 1 horas y 20 minutos medido desde la descarga de la mezcladora.

| DESCRIPCIÓN DE PARÁMETRO     | UNIDAD   | Dosificación del concreto / m <sup>3</sup> (Estado Saturado Superficie Seca) |                                   |                                   |                                   |                                   |                                   |                                   |
|------------------------------|--|--|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|                              |  | M1: Cemento 240 Kg/m <sup>3</sup>  | M2: Cemento 270 Kg/m <sup>3</sup> | M3: Cemento 300 Kg/m <sup>3</sup> | M4: Cemento 330 Kg/m <sup>3</sup> | M5: Cemento 360 Kg/m <sup>3</sup> | M6: Cemento 380 Kg/m <sup>3</sup> | M7: Cemento 220 Kg/m <sup>3</sup> |
| Polyheed 130N                | cc/kg cte  | 4.0  | 4.0                               | 4.0                               | 4.0                               | 4.0                               | 4.0                               | 4.0                               |
| Rheobuild 1060               | cc/kg cte  | 5.0  | 5.0                               | 5.0                               | 5.0                               | 5.0                               | 5.0                               | 5.0                               |
| Micro Air 920                | cc/kg cte  | 0.65   | 0.60                              | 0.60                              | 0.60                              | 0.60                              | 0.60                              | 0.60                              |
| Polyheed 130N                | %  | 0.43   | 0.4                               | 0.43                              | 0.43                              | 0.43                              | 0.43                              | 0.43                              |
| Rheobuild 1060               | %  | 0.61   | 0.6                               | 0.61                              | 0.61                              | 0.61                              | 0.61                              | 0.61                              |
| Micro Air 920                | %  | 0.065  | 0.060                             | 0.060                             | 0.060                             | 0.060                             | 0.060                             | 0.060                             |
| Polyheed 130N                | lts./m <sup>3</sup>  | 0.96   | 1.1                               | 1.20                              | 1.32                              | 1.44                              | 1.52                              | 0.88                              |
| Rheobuild 1060               | lts./m <sup>3</sup>  | 1.20   | 1.4                               | 1.50                              | 1.65                              | 1.80                              | 1.90                              | 1.10                              |
| Micro Air 920                | lts./m <sup>3</sup>  | 0.16   | 0.2                               | 0.18                              | 0.20                              | 0.22                              | 0.23                              | 0.13                              |
| Cemento Andino Tipo I        | Kg/m <sup>3</sup>  | 240  | 270                               | 300                               | 330                               | 360                               | 380                               | 220                               |
| Agua potable                 | L/m <sup>3</sup>   | 190  | 190                               | 190                               | 190                               | 190                               | 190                               | 190                               |
| Arena - Cochamarca           | Kg/m <sup>3</sup>  | 943  | 930                               | 863                               | 816                               | 787                               | 762                               | 952                               |
| Piedra Ivuso 57 - Cochamarca | Kg/m <sup>3</sup>  | 891  | 879                               | 920                               | 942                               | 946                               | 953                               | 900                               |
| Peso Total                   | Kg/m <sup>3</sup>  | 2267   | 2271                              | 2276                              | 2281                              | 2286                              | 2289                              | 2264                              |
| Incidencia arena- piedra     | %  | 52 - 48  | 52 - 48                           | 49 - 51                           | 47 - 53                           | 46 - 54                           | 45 - 55                           | 52 - 48                           |
| Aire incorporado             | %  | 4.0  | 4.0                               | 4.0                               | 4.0                               | 4.0                               | 4.0                               | 4.0                               |
| Relación a/c                 | -  | 0.79   | 0.70                              | 0.63                              | 0.58                              | 0.53                              | 0.50                              | 0.86                              |
| Slump inicial                | pulg.  | 8  | 8 1/4                             | 8 1/4                             | 8                                 | 8 1/4                             | 8 1/2                             | 8 1/2                             |
| Contenido de aire            | %  | 5.9  | 6.0                               | 5.0                               | 5.6                               | 6.0                               | 5.2                               | 6.0                               |
| Peso Unitario fresco         | Kg/m <sup>3</sup>  | 2238   | 2258                              | 2290                              | 2277                              | 2246                              | 2286                              | 2257                              |
| Rendimiento                  | -  | 1.01   | 1.01                              | 0.99                              | 1.00                              | 1.02                              | 1.00                              | 1.00                              |
| Temperatura ambiente         | °C   | 7.0  | 9.0                               | 9.0                               | 10.0                              | 8.0                               | 8.0                               | 9.0                               |
| Temperatura concreto         | °C   | 10.0   | 12.0                              | 12.0                              | 12.0                              | 12.0                              | 10.0                              | 11.0                              |
| Hora de mezclado             | Hr: mm   | 09:35  | 10:38                             | 11:43                             | 15:09                             | 16:00                             | 10:30                             | 11:32                             |
| f <sub>c</sub> @ 48 Horas    | Kg/cm <sup>2</sup>   | 60   | 121                               | 129                               | 151                               | 189                               | 193                               | 64                                |
| f <sub>c</sub> @ 3 días      | Kg/cm <sup>2</sup>   | 152  | 184                               | 216                               | 213                               | 261                               | 317                               | 126                               |
| f <sub>c</sub> @ 7 días      | Kg/cm <sup>2</sup>   | 201  | 250                               | 275                               | 287                               | 376                               | 386                               | 170                               |
| f <sub>c</sub> @ 28 días     | Kg/cm <sup>2</sup>   | 257  | 404                               | 408                               | 417                               | 484                               | 524                               | 221                               |
| OBSERVACIONES                | 1. Las temperaturas de los materiales integrantes del concreto fueron: arena 9.0°C, piedra 9.0°C, cemento 10.0°C<br>2. En todos los casos se utilizó agua de la red, a una temperatura de 10.0°C.<br>3. En todos los casos se muestrearon 8 probetas de 6" x 12" para ensayo de resistencia en compresión. |  |                                   |                                   |                                   |                                   |                                   |                                   |

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

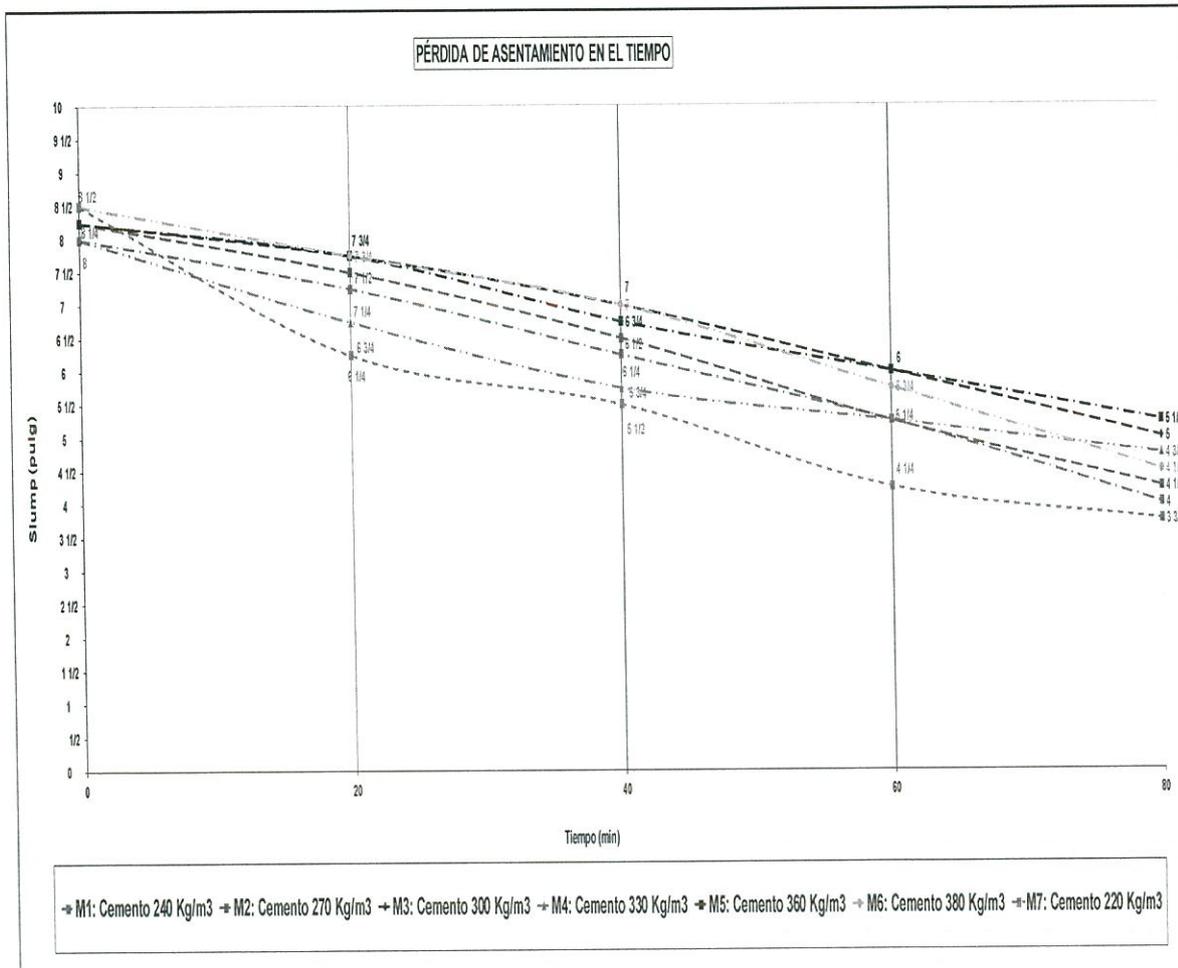
ING. JUAN MOISES CAJACURI CUELLAR  
ASIST. RESIDENTE - CIP 71252

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. WALTER S. MENDO LOPEZ  
C.I.P. 60013  
RESIDENTE DE OBRA

| Pérdida de asentamiento en el tiempo |     | M1: Cemento 240 Kg/m <sup>3</sup> |                   | M2: Cemento 270 Kg/m <sup>3</sup> |                   | M3: Cemento 300 Kg/m <sup>3</sup> |                   | M4: Cemento 330 Kg/m <sup>3</sup> |                   | M5: Cemento 360 Kg/m <sup>3</sup> |                   | M6: Cemento 380 Kg/m <sup>3</sup> |                   | M7: Cemento 220 Kg/m <sup>3</sup> |                   |
|--------------------------------------|-----|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|
|                                      |     | Asentamiento (pulg)               | Pérdida acumulada |
| 0                                    | min | 8                                 |                   | 8 1/4                             |                   | 8 1/4                             |                   | 8                                 |                   | 8 1/4                             |                   | 8 1/2                             |                   | 8 1/2                             |                   |
| 20                                   | min | 7 1/4                             | 3/4               | 7 1/2                             | 3/4               | 7 3/4                             | 1/2               | 6 3/4                             | 1 1/4             | 7 3/4                             | 1/2               | 7 3/4                             | 3/4               | 6 1/4                             | 2 1/4             |
| 40                                   | min | 6 1/4                             | 1 3/4             | 6 1/2                             | 1 3/4             | 7                                 | 1 1/4             | 5 3/4                             | 2 1/4             | 6 3/4                             | 1 1/2             | 7                                 | 1 1/2             | 5 1/2                             | 3                 |
| 60                                   | min | 5 1/4                             | 2 3/4             | 5 1/4                             | 3                 | 6                                 | 2 1/4             | 5 1/4                             | 2 3/4             | 6                                 | 2 1/4             | 5 3/4                             | 2 3/4             | 4 1/4                             | 4 1/4             |
| 80                                   | min | 4                                 | 4                 | 4 1/4                             | 4                 | 5                                 | 3 1/4             | 4 3/4                             | 3 1/4             | 5 1/4                             | 3                 | 4 1/2                             | 4                 | 3 3/4                             | 4 3/4             |

| Control de temperaturas |     | T° Concreto | T° Ambiente |
|-------------------------|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 0                       | min | 10.0        | 7.0         | 12.0        | 9.0         | 12.0        | 9.0         | 12.0        | 10.9        | 12.0        | 8.0         | 10.0        | 8.0         | 11.0        | 9.0         |
| 20                      | min | 11.0        | 10.0        | 13.0        | 10.0        | 12.0        | 8.0         | 12.0        | 9.0         | 10.0        | 9.0         | 12.0        | 7.0         | 14.0        | 9.0         |
| 40                      | min | 11.0        | 10.0        | 14.0        | 12.0        | 12.0        | 9.0         | 11.0        | 9.0         | 10.0        | 8.0         | 12.0        | 9.0         | 13.0        | 10.0        |
| 60                      | min | 11.0        | 10.0        | 13.0        | 9.0         | 12.0        | 10.0        | 10.0        | 8.0         | 10.0        | 8.0         | 13.0        | 9.0         | 13.0        | 11.0        |
| 80                      | min | 11.0        | 9.0         | 12.0        | 9.0         | 11.0        | 10.0        | 10.0        | 8.0         | 10.0        | 8.0         | 13.0        | 9.0         | 12.0        | 11.0        |



CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. JUAN MOISÉS CAJACURI CUELLAR  
ASIST. RESIDENTE - CIP 71252

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. WALTER S. MENDO LOPEZ  
C.I.P. 80013  
RESIDENTE DE OBRA

Agregados de cantera : Cochamarca, Cemento Andino Tipo V

| DESCRIPCIÓN DE PARÁMETRO    | UNIDAD  | Dosificación del concreto / m <sup>3</sup> (Estado Saturado Superficie Seca) |                                   |                                    |                                    |                                    |                                    |                                    |
|-----------------------------|---|--|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
|                             |   | M8: Cemento 220 Kg/m <sup>3</sup>  | M9: Cemento 240 Kg/m <sup>3</sup> | M10: Cemento 270 Kg/m <sup>3</sup> | M11: Cemento 300 Kg/m <sup>3</sup> | M12: Cemento 330 Kg/m <sup>3</sup> | M13: Cemento 360 Kg/m <sup>3</sup> | M14: Cemento 380 Kg/m <sup>3</sup> |
|                             |   | Polyheed 130N  | cc/kg cte                         | 3.5                                | 3.5                                | 3.5                                | 3.5                                | 3.5                                |
| Rheobuild 1060              | cc/kg cte   | 5.0  | 5.0                               | 5.0                                | 5.0                                | 5.0                                | 5.0                                | 5.0                                |
| Micro Air 920               | cc/kg cte   | 0.65   | 0.65                              | 0.60                               | 0.60                               | 0.60                               | 0.60                               | 0.60                               |
| Polyheed 130N               | %   | 0.38   | 0.38                              | 0.38                               | 0.38                               | 0.38                               | 0.38                               | 0.38                               |
| Rheobuild 1060              | %   | 0.61   | 0.61                              | 0.61                               | 0.61                               | 0.61                               | 0.61                               | 0.61                               |
| Micro Air 920               | %   | 0.065  | 0.065                             | 0.060                              | 0.060                              | 0.060                              | 0.060                              | 0.060                              |
| Polyheed 130N               | lts./m <sup>3</sup>   | 0.77   | 0.84                              | 0.96                               | 1.06                               | 1.16                               | 1.26                               | 1.33                               |
| Rheobuild 1060              | lts./m <sup>3</sup>   | 1.10   | 1.20                              | 1.35                               | 1.50                               | 1.65                               | 1.80                               | 1.90                               |
| Micro Air 920               | lts./m <sup>3</sup>   | 0.14   | 0.16                              | 0.16                               | 0.18                               | 0.20                               | 0.22                               | 0.23                               |
| Cemento Andino Tipo V       | Kg/m <sup>3</sup>   | 220  | 240                               | 270                                | 300                                | 330                                | 360                                | 380                                |
| Agua potable                | L/m <sup>3</sup>  | 185  | 185                               | 185                                | 185                                | 185                                | 185                                | 185                                |
| Arena - Cochamarca          | Kg/m <sup>3</sup>   | 941  | 951                               | 937                                | 871                                | 823                                | 794                                | 769                                |
| Piedra huso 57 - Cochamarca | Kg/m <sup>3</sup>   | 925  | 898                               | 886                                | 927                                | 950                                | 954                                | 962                                |
| Peso Total                  | Kg/m <sup>3</sup>   | 2273   | 2276                              | 2280                               | 2286                               | 2291                               | 2295                               | 2299                               |
| Incidencia arena- piedra    | %   | 51 - 49  | 52 - 48                           | 52 - 48                            | 49 - 51                            | 47 - 53                            | 46 - 54                            | 45 - 55                            |
| Aire incorporado            | %   | 4.0  | 4.0                               | 4.0                                | 4.0                                | 4.0                                | 4.0                                | 4.0                                |
| Relación a/c                | -   | 0.84   | 0.77                              | 0.69                               | 0.62                               | 0.56                               | 0.51                               | 0.49                               |
| Slump inicial               | pulg.   | 8 1/2  | 8 1/2                             | 8 1/2                              | 9                                  | 8 1/4                              | 8 1/4                              | 8 3/4                              |
| Contenido de aire           | %   | 5.0  | 4.4                               | 5.3                                | 6.2                                | 5.6                                | 5.5                                | 5.10                               |
| Peso Unitario fresco        | Kg/m <sup>3</sup>   | 2281   | 2302                              | 2273                               | 2246                               | 2269                               | 2304                               | 2307                               |
| Rendimiento                 | -   | 1.00   | 0.99                              | 1.00                               | 1.02                               | 1.01                               | 1.00                               | 1.00                               |
| Temperatura ambiente        | °C  | 10.0   | 10.0                              | 9.0                                | 8.0                                | 12.0                               | 9.0                                | 9.0                                |
| Temperatura concreto        | °C  | 13.0   | 13.0                              | 12.0                               | 10.0                               | 13.0                               | 12.0                               | 13.0                               |
| Hora de mezclado            | Hr: mm  | 13:39  | 14:08                             | 15:23                              | 09:57                              | 10:17                              | 15:37                              | 15:56                              |
| f'c @ 48 Horas              | Kg/cm <sup>2</sup>  | 40   | 44                                | 57                                 | 84                                 | 132                                | 148                                | 144                                |
| f'c @ 3 días                | Kg/cm <sup>2</sup>  | 58   | 65                                | 89                                 | 136                                | 195                                | 198                                | 198                                |
| f'c @ 7 días                | Kg/cm <sup>2</sup>  | 99   | 121                               | 157                                | 254                                | 310                                | 334                                | 343                                |
| f'c @ 28 días               | Kg/cm <sup>2</sup>  | 239  | 247                               | 316                                | 388                                | 441                                | 461                                | 468                                |
| OBSERVACIONES               | 1. Las temperaturas de los materiales integrantes del concreto fueron: arena 9.0°C, piedra 9.0°C, cemento 10.0°C<br>2. En todos los casos se utilizó agua de la red , a una temperatura de 10.0°C.<br>3. En todos los casos se muestrearon 8 probetas de 6" x 12" para ensayo de resistencia en compresión. |  |                                   |                                    |                                    |                                    |                                    |                                    |

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

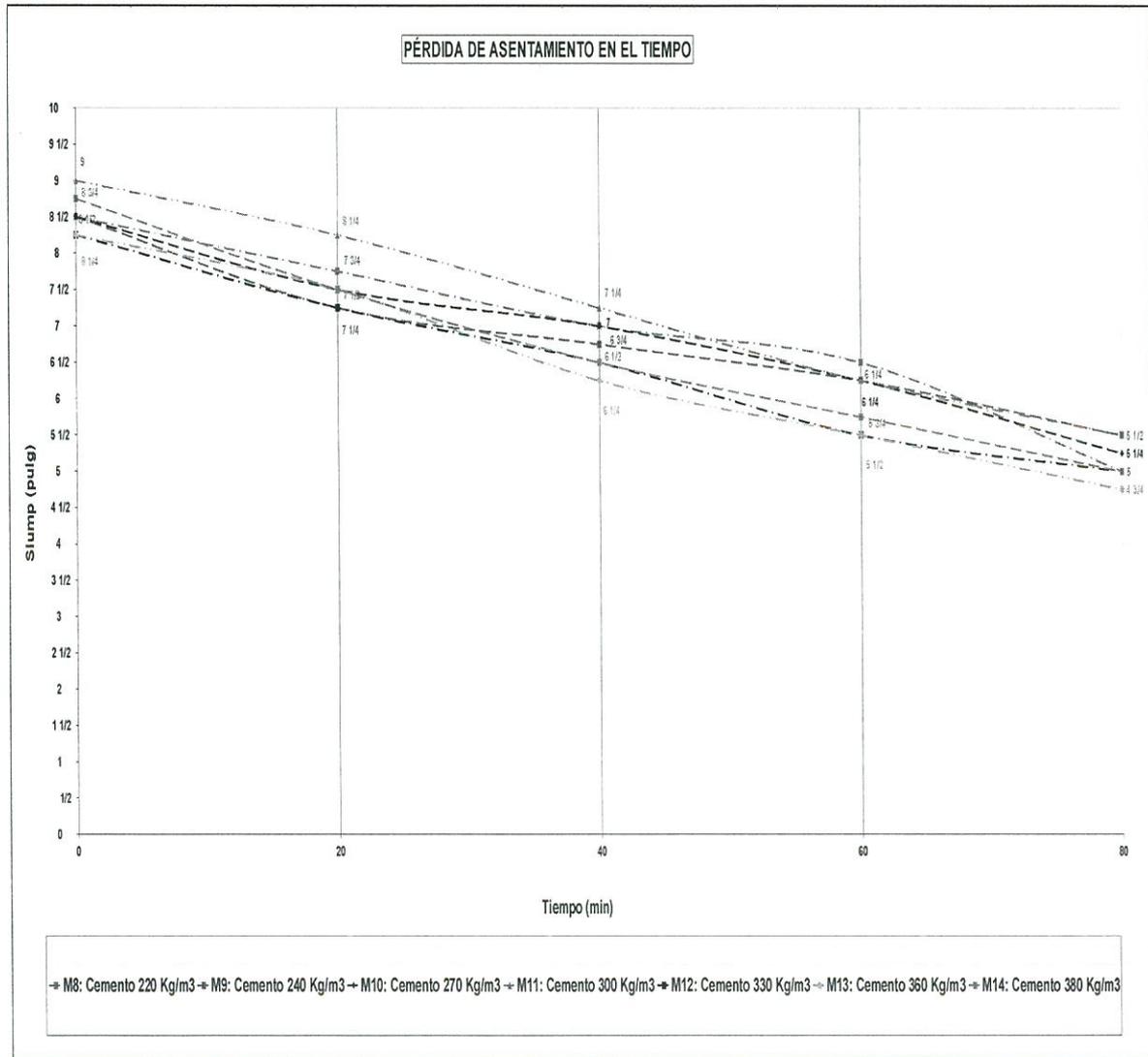
ING. JUAN MOISES CAJACURI CUELLAR  
ASIST. RESIDENTE - CIP 71252

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. WALTER S. MENDO LOPEZ  
C.I.P. 40013  
RESIDENTE DE OBRA

| Pérdida de asentamiento en el tiempo |     | M8: Cemento 220 Kg/m <sup>3</sup> |                   | M9: Cemento 240 Kg/m <sup>3</sup> |                   | M10: Cemento 270 Kg/m <sup>3</sup> |                   | M11: Cemento 300 Kg/m <sup>3</sup> |                   | M12: Cemento 330 Kg/m <sup>3</sup> |                   | M13: Cemento 360 Kg/m <sup>3</sup> |                   | M14: Cemento 380 Kg/m <sup>3</sup> |                   |
|--------------------------------------|-----|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|------------------------------------|-------------------|------------------------------------|-------------------|------------------------------------|-------------------|------------------------------------|-------------------|------------------------------------|-------------------|
|                                      |     | Asentamiento (pulg)               | Pérdida acumulada | Asentamiento (pulg)               | Pérdida acumulada | Asentamiento (pulg)                | Pérdida acumulada | Asentamiento (pulg)                | Pérdida acumulada | Asentamiento (pulg)                | Pérdida acumulada | Asentamiento (pulg)                | Pérdida acumulada | Asentamiento (pulg)                | Pérdida acumulada |
| 0                                    | min | 8 1/2                             |                   | 8 1/2                             |                   | 8 1/2                              |                   | 9                                  |                   | 8 1/4                              |                   | 8 1/4                              |                   | 8 3/4                              |                   |
| 20                                   | min | 7 3/4                             | 3/4               | 7 1/4                             | 1 1/4             | 7 1/2                              | 1                 | 8 1/4                              | 3/4               | 7 1/4                              | 1                 | 7 1/2                              | 3/4               | 7 1/2                              | 1 1/4             |
| 40                                   | min | 7                                 | 1 1/2             | 6 3/4                             | 1 3/4             | 7                                  | 1 1/2             | 7 1/4                              | 1 3/4             | 6 1/2                              | 1 3/4             | 6 1/4                              | 2                 | 6 1/2                              | 2 1/4             |
| 60                                   | min | 6 1/2                             | 2                 | 6 1/4                             | 2 1/4             | 6 1/4                              | 2 1/4             | 6 1/4                              | 2 3/4             | 5 1/2                              | 2 3/4             | 5 1/2                              | 2 3/4             | 5 3/4                              | 3                 |
| 80                                   | min | 5                                 | 3 1/2             | 5 1/2                             | 3                 | 5 1/4                              | 3 1/4             | 5 1/2                              | 3 1/2             | 5                                  | 3 1/4             | 4 3/4                              | 3 1/2             | 5                                  | 3 3/4             |

| Control de temperaturas |     | T° Concreto | T° Ambiente |
|-------------------------|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 0                       | min | 13.0        | 10.0        | 13.0        | 10.0        | 12.0        | 9.0         | 10.0        | 8.0         | 13.0        | 12.0        | 12.0        | 9.0         | 13.0        | 9.0         |
| 20                      | min | 12.0        | 10.0        | 13.0        | 9.0         | 12.0        | 9.0         | 11.0        | 12.0        | 14.0        | 13.0        | 12.8        | 8.0         | 13.3        | 7.0         |
| 40                      | min | 12.0        | 9.0         | 12.0        | 9.0         | 11.0        | 9.0         | 13.8        | 13.0        | 15.6        | 13.0        | 13.0        | 8.0         | 12.7        | 7.0         |
| 60                      | min | 11.0        | 9.0         | 10.0        | 9.0         | 11.0        | 8.0         | 15.2        | 12.0        | 15.0        | 12.0        | 12.0        | 7.0         | 12.4        | 7.0         |
| 80                      | min | 10.0        | 8.0         | 10.0        | 8.0         | 10.0        | 8.0         | 14.7        | 12.0        | 14.8        | 12.0        | 12.0        | 7.0         | 12.0        | 7.0         |



CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. JUAN MOISES CAJALURI CUELLAR  
ASIST. RESIDENTE - CIP 71282

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. WALTER S. MENDO LOPEZ  
C.I.P. 60013  
RESIDENTE DE OBRA

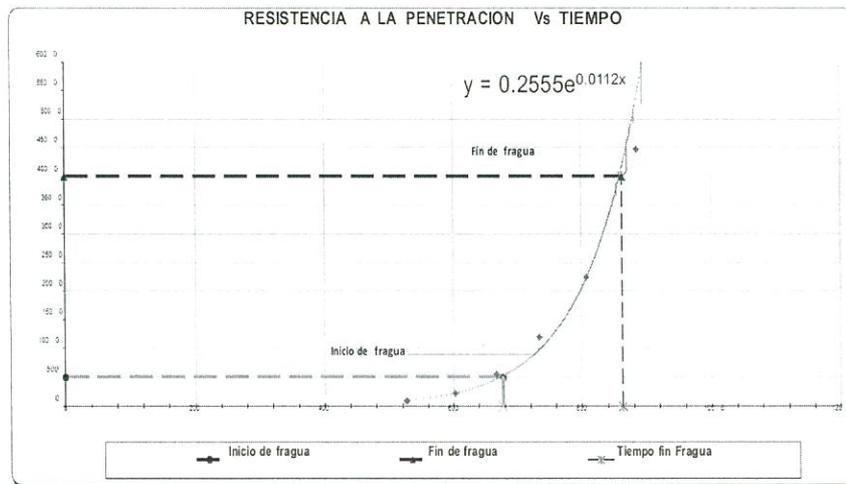
## 6.- RESULTADOS DEL TIEMPO DE FRAGUADO DE CONCRETO (ASTM C 403)

### CEMENTO TIPO I

|  |   |
|--|---|
| <br><b>BASF</b><br>The Chemical Company | BASF CONSTRUCTION CHEMICALS PERU S.A.<br>SOPORTE TÉCNICO                    |
|  | ENSAYO DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN<br>(Norma de Ensayo : ASTM - C 403 ) |

|                                  |  |                               |                      |
|----------------------------------|--|-------------------------------|----------------------|
| MUESTRA                          | : Cto. Andino - T 1 - 270 kg/m3                  | DOSIFICACION DE DISEÑO        |                      |
| PROCEDENCIA                      | : Prueba en Laboratorio                          | Cemento                       | 270 kg./m3           |
| PROCED. AGREGADOS                | :  | Agua                          | 190 lt./m3           |
| CEMENTO                          | : Andino Tipo I                                  | Arena natural                 | 930 kg./m3           |
| ADITIVO                          | : Polyheed 130N + Rheobuild 1060 + Micro AIR 920 | Piedra HUSO 57                | 879 kg./m3           |
| <u>Ensayo de Concreto Fresco</u> |  | aditivo: Micro Air 920 0.06%  | 0.16 lt./m3          |
| ASENTAMIENTO                     | : 8 1/4 Pulg                                     | aditivo: Polyheed 130N 0.43%  | 1.10 lt./m3          |
| TEMP. MORTERO                    | : 12.8 °C  | aditivo: Rheobuild 1060 0.61% | 1.40 lt./m3          |
| TEMP. AMBIENTE                   | : 5.0 °C   | Relación A/C                  | 0.70                 |
| FECHA ENSAYO                     | :  | Técnico responsable:          | Peter Agurto Marcelo |
| HORA DE INICIO                   | :  |                               |                      |

| Hora Ensayo | Tiempo (Minutos) | Carga (Libras) | Agujas de Penetración |                     |                       | Resistencia Penetración (PSI) | Temperatura |         |
|-------------|------------------|----------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------|---------|
|             |                  |                | Nº Aguja              | Díametro (Pulgadas) | Área Contacto (Pulg²) |                               | Ambiente    | Mortero |
| 6:45        | 0                | 0              | 1                     | 1.128               | 1.000                 | 0                             |             |         |
| 15:32       | 527              | 80             | 1                     | 1.128               | 1.000                 | 80                            | 10.0        | 13.3    |
| 16:47       | 602              | 110            | 2                     | 0.798               | 0.500                 | 220                           | 10.0        | 13.6    |
| 17:52       | 667              | 138            | 3                     | 0.564               | 0.250                 | 552                           | 9.0         | 14.2    |
| 18:59       | 734              | 120            | 4                     | 0.357               | 0.100                 | 1200                          | 8.0         | 14.3    |
| 20:12       | 807              | 112            | 5                     | 0.252               | 0.050                 | 2240                          | 8.0         | 14.2    |
| 21:30       | 885              | 112            | 6                     | 0.178               | 0.025                 | 4480                          | 7.0         | 14.3    |
|             |                  |                |                       |                     |                       |                               |             |         |
|             |                  |                |                       |                     |                       |                               |             |         |
|             |                  |                |                       |                     |                       |                               |             |         |



|            |                          |             |                     |
|------------|--------------------------|-------------|---------------------|
| RESULTADOS | TIEMPO DE FRAGUA INICIAL | 677 Minutos | 11 horas 17 minutos |
|            | TIEMPO DE FRAGUA FINAL   | 862 Minutos | 14 horas 22 minutos |

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. JUAN MOISE CAJACURI CUELLAR  
 ASIST. RESIDENTE - C.P. 71262

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. WALTER S. MENDO LOPEZ  
 C.I.P. 60013  
 RESIDENTE DE OBRA

*BASF CONSTRUCTION CHEMICALS PERU S.A*

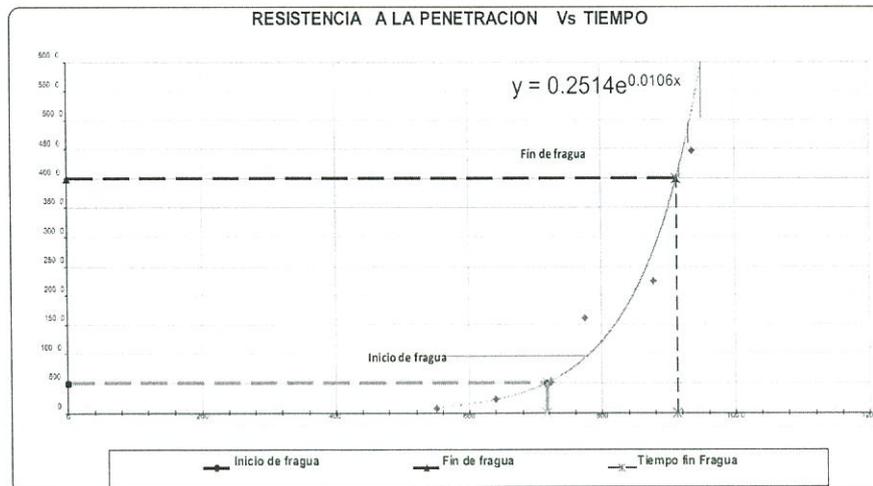
*SOPORTE TÉCNICO*

*ENSAYO DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN*

(Norma de Ensayo : ASTM - C 403 )

|                                  |  |                               |                      |
|----------------------------------|--|-------------------------------|----------------------|
| MUESTRA                          | : Cto. Andino - T I - 300 kg/m3                  | DOSIFICACION DE DISEÑO        |                      |
| PROCEDENCIA                      | : Prueba en Laboratorio                          | Cemento                       | 300 kg/m3            |
| PROCED. AGREGADOS                | :  | Agua                          | 190 lt/m3            |
| CEMENTO                          | : Andino Tipo I                                  | Arena natural                 | 863 kg/m3            |
| ADITIVO                          | : Polyheed 130N + Rheobuild 1060 + Micro AIR 920 | Piedra HUSO 57                | 920 kg/m3            |
| <u>Ensayo de Concreto Fresco</u> |  | aditivo: Micro Air 920 0.06%  | 0.18 lt/m3           |
| ASENTAMIENTO                     | : 8 1/4 Pulg                                     | aditivo: Polyheed 130N 0.43%  | 1.20 lt/m3           |
| TEMP. MORTERO                    | : 13.0 °C  | aditivo: Rheobuild 1060 0.61% | 1.50 lt/m3           |
| TEMP. AMBIENTE                   | : 5.0 °C   | Relación A/C                  | 0.63                 |
| FECHA ENSAYO                     | :  | Técnico responsable :         | Peter Agurto Marcelo |
| HORA DE INICIO                   | :  |                               |                      |

| Hora Ensayo | Tiempo (Minutos) | Carga (Libras) | Agujas de Penetración |                     |                       | Resistencia Penetración (PSI) | Temperatura |         |
|-------------|------------------|----------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------|---------|
|             |                  |                | Nº Aguja              | Diámetro (Pulgadas) | Area Contacto (Pulg2) |                               | Ambiente    | Mortero |
| 7:18        | 0                | 0              | 1                     | 1.128               | 1.000                 | 0                             |             |         |
| 16:28       | 550              | 68             | 1                     | 1.128               | 1.000                 | 68                            | 10.0        | 13.3    |
| 17:57       | 639              | 118            | 2                     | 0.798               | 0.500                 | 236                           | 10.0        | 13.6    |
| 19:20       | 722              | 128            | 3                     | 0.564               | 0.250                 | 512                           | 9.0         | 14.2    |
| 20:12       | 774              | 160            | 4                     | 0.357               | 0.100                 | 1600                          | 8.0         | 14.3    |
| 21:56       | 878              | 112            | 5                     | 0.252               | 0.050                 | 2240                          | 8.0         | 14.2    |
| 22:54       | 936              | 112            | 6                     | 0.178               | 0.025                 | 4480                          | 7.0         | 14.3    |
|             |                  |                |                       |                     |                       |                               |             |         |
|             |                  |                |                       |                     |                       |                               |             |         |
|             |                  |                |                       |                     |                       |                               |             |         |
|             |                  |                |                       |                     |                       |                               |             |         |



|            |                          |             |                     |
|------------|--------------------------|-------------|---------------------|
| RESULTADOS | TIEMPO DE FRAGUA INICIAL | 717 Minutos | 11 horas 57 minutos |
|            | TIEMPO DE FRAGUA FINAL   | 913 Minutos | 15 horas 13 minutos |

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. JUAN MOISES CAJACURI CUELLAR  
ASIST. RESIDENTE - CIP 71262

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. WALTER S. MENDO LOPEZ  
C.I.P. 60013  
RESIDENTE DE OBRA

*BASF CONSTRUCCIÓN CHEMICALS PERU S.A*

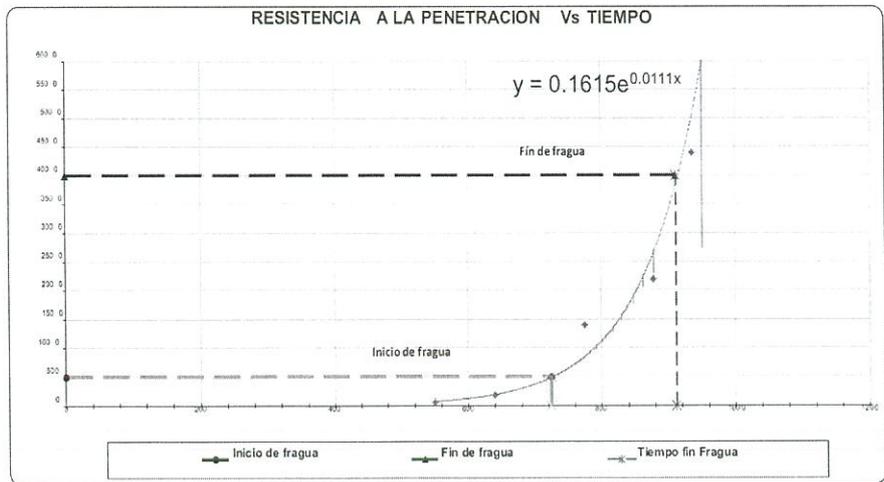
*SOPORTE TÉCNICO*

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN**

(Norma de Ensayo : ASTM - C 403 )

|                                  |  |  |             |
|----------------------------------|--|--|-------------|
| MUESTRA                          | : Cto. Andino - T I - 360 kg/m3                  | DOSIFICACION DE DISEÑO                     |             |
| PROCEDENCIA                      | : Prueba en Laboratorio                          | Cemento                                    | 360 kg./m3  |
| PROCED. AGREGADOS                | :  | Agua                                       | 190 lt./m3  |
| CEMENTO                          | : Andino Tipo I                                  | Arena natural                              | 787 kg./m3  |
| ADITIVO                          | : Polyheed 130N + Rheobuild 1060 + Micro AIR 920 | Piedra HUSO 57                             | 946 kg./m3  |
| <b>Ensayo de Concreto Fresco</b> |  | aditivo: Micro Air 920 0.06%               | 0.22 lt./m3 |
| ASENTAMIENTO                     | : 8 1/2 Pulg                                     | aditivo: Polyheed 130N 0.43%               | 1.44 lt./m3 |
| TEMP. MORTERO                    | : 12.8 °C  | aditivo: Rheobuild 1060 0.61%              | 1.80 lt./m3 |
| TEMP. AMBIENTE                   | : 6.0 °C   | Relación A/C                               | 0.53        |
| FECHA ENSAYO                     | :  | Técnico responsable : Peter Agurto Marcelo |             |
| HORA DE INICIO                   | :  |  |             |

| Hora Ensayo | Tiempo (Minutos) | Carga (Libras) | Agujas de Penetración |                     |                       | Resistencia Penetración (PSI) | Temperatura |         |
|-------------|------------------|----------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------|---------|
|             |                  |                | Nº Aguja              | Diámetro (Pulgadas) | Area Contacto (Pulg2) |                               | Ambiente    | Mortero |
| 7:32        | 0                | 0              | 1                     | 1.128               | 1.000                 | 0                             |             |         |
| 17:20       | 588              | 60             | 1                     | 1.128               | 1.000                 | 60                            | 10.0        | 13.3    |
| 18:47       | 675              | 90             | 2                     | 0.798               | 0.500                 | 180                           | 9.6         | 13.6    |
| 19:23       | 711              | 122            | 3                     | 0.564               | 0.250                 | 488                           | 9.5         | 14.2    |
| 20:12       | 760              | 140            | 4                     | 0.357               | 0.100                 | 1400                          | 8.0         | 14.3    |
| 21:10       | 818              | 110            | 5                     | 0.252               | 0.050                 | 2200                          | 7.0         | 14.2    |
| 22:13       | 881              | 110            | 6                     | 0.178               | 0.025                 | 4400                          | 6.0         | 14.3    |
|             |                  |                |                       |                     |                       |                               |             |         |
|             |                  |                |                       |                     |                       |                               |             |         |
|             |                  |                |                       |                     |                       |                               |             |         |
|             |                  |                |                       |                     |                       |                               |             |         |



|            |                          |             |                     |
|------------|--------------------------|-------------|---------------------|
| RESULTADOS | TIEMPO DE FRAGUA INICIAL | 724 Minutos | 12 horas 4 minutos  |
|            | TIEMPO DE FRAGUA FINAL   | 911 Minutos | 15 horas 11 minutos |

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. JUAN MOISES CAJACURI CUELLAR  
ASIST. RESIDENTE - CIP 71262

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. WALTER S. MENDO LOPEZ  
RESIDENTE DE OBRA

*BASF CONSTRUCTION CHEMICALS PERU S.A*

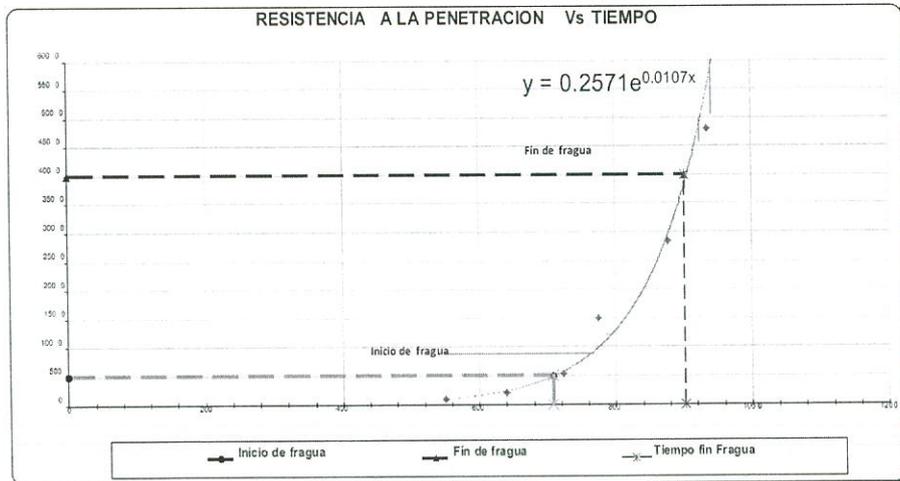
*SOPORTE TÉCNICO*

*ENSAYO DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN*

(Norma de Ensayo : ASTM - C 403 )

|                                  |  |                               |                         |
|----------------------------------|--|-------------------------------|-------------------------|
| MUESTRA                          | : Cto. Andino - T I - 380 kg/m <sup>3</sup>      | DOSIFICACION DE DISEÑO        |                         |
| PROCEDENCIA                      | : Prueba en Laboratorio                          | Cemento                       | 380 kg./m <sup>3</sup>  |
| PROCED. AGREGADOS                | :  | Agua                          | 190 lt./m <sup>3</sup>  |
| CEMENTO                          | : Andino Tipo I                                  | Arena natural                 | 762 kg./m <sup>3</sup>  |
| ADITIVO                          | : Polyheed 130N + Rheobuild 1060 + Micro AIR 920 | Piedra HUSO 57                | 953 kg./m <sup>3</sup>  |
| <u>Ensayo de Concreto Fresco</u> |  | aditivo: Micro Air 920 0.06%  | 0.23 lt./m <sup>3</sup> |
| ASENTAMIENTO                     | : 8 1/2 Pulg                                     | aditivo: Polyheed 130N 0.43%  | 1.52 lt./m <sup>3</sup> |
| TEMP. MORTERO                    | : 13.2 °C  | aditivo: Rheobuild 1060 0.61% | 1.90 lt./m <sup>3</sup> |
| TEMP. AMBIENTE                   | : 6.5 °C   | Relación A/C                  | 0.50                    |
| FECHA ENSAYO                     | :  | Técnico responsable :         | Peter Agurto Marcelo    |
| HORA DE INICIO                   | :  |                               |                         |

| Hora Ensayo | Tiempo (Minutos) | Carga (Libras) | Agujas de Penetración |                     |                                    | Resistencia Penetración (PSI) | Temperatura |         |
|-------------|------------------|----------------|-----------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------|-------------|---------|
|             |                  |                | Nº Aguja              | Diámetro (Pulgadas) | Área Contacto (Pulg <sup>2</sup> ) |                               | Ambiente    | Mortero |
| 7:45        | 0                | 0              | 1                     | 1.128               | 1.000                              | 0                             |             |         |
| 15:00       | 435              | 90             | 1                     | 1.128               | 1.000                              | 90                            | 10.0        | 13.3    |
| 16:32       | 527              | 98             | 2                     | 0.798               | 0.500                              | 196                           | 9.8         | 13.6    |
| 17:42       | 597              | 132            | 3                     | 0.564               | 0.250                              | 528                           | 9.5         | 14.2    |
| 18:43       | 658              | 150            | 4                     | 0.357               | 0.100                              | 1500                          | 8.0         | 14.3    |
| 20:12       | 747              | 142            | 5                     | 0.252               | 0.050                              | 2840                          | 7.0         | 14.2    |
| 21:12       | 807              | 120            | 6                     | 0.178               | 0.025                              | 4800                          | 6.0         | 14.3    |
|             |                  |                |                       |                     |                                    |                               |             |         |
|             |                  |                |                       |                     |                                    |                               |             |         |
|             |                  |                |                       |                     |                                    |                               |             |         |
|             |                  |                |                       |                     |                                    |                               |             |         |



|            |                          |             |                     |
|------------|--------------------------|-------------|---------------------|
| RESULTADOS | TIEMPO DE FRAGUA INICIAL | 708 Minutos | 11 horas 48 minutos |
|            | TIEMPO DE FRAGUA FINAL   | 902 Minutos | 15 horas 2 minutos  |

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. JUAN MOISE CAJACURI CUELLAR  
ASIST. RESIDENTE - CIP 71262

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. WALTER S. MENDO LOPEZ  
C.I.P. 60013  
RESIDENTE DE OBRA

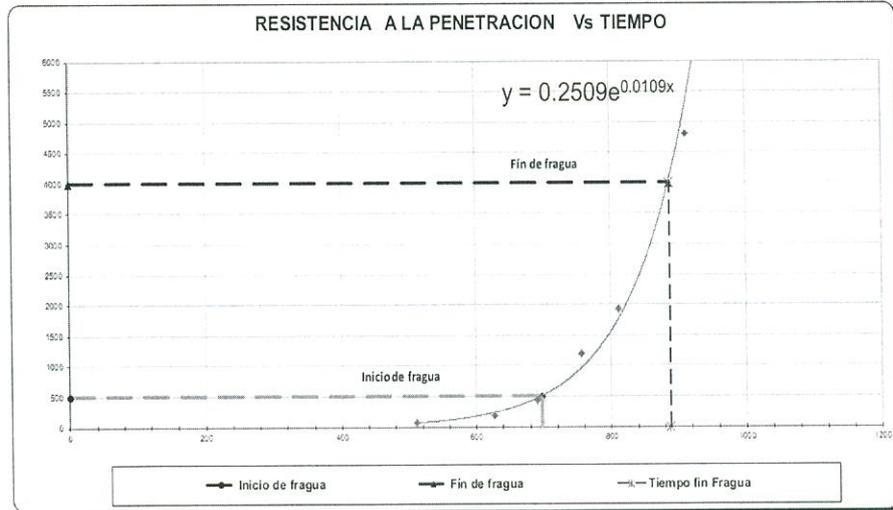
## TIEMPO DE FRAGUA CON CEMENTO TIPO V

|   |             |   |
|---|-------------|---|
|  | <b>BASF</b> | <i>BASF CONSTRUCTION CHEMICALS PERU S.A</i> |
| The Chemical Company  |             | <b>SOPORTE TÉCNICO</b>                      |
| <b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN</b>                                     |             |   |

(Norma de Ensayo : ASTM - C 403 )

|   |  |   |               |                       |                     |  |           |               |           |  |                                  |  |                |            |                 |         |                  |        |                |  |                  |  |   |                        |  |  |         |     |                    |      |     |                    |               |     |                    |                |     |                    |                        |       |                         |                        |       |                         |                         |       |                         |              |      |  |
|---|--|---|---------------|-----------------------|---------------------|--|-----------|---------------|-----------|--|----------------------------------|--|----------------|------------|-----------------|---------|------------------|--------|----------------|--|------------------|--|---|------------------------|--|--|---------|-----|--------------------|------|-----|--------------------|---------------|-----|--------------------|----------------|-----|--------------------|------------------------|-------|-------------------------|------------------------|-------|-------------------------|-------------------------|-------|-------------------------|--------------|------|--|
| <table style="width: 100%;"> <tr><td>MUESTRA :</td><td>Cto. Andino - T V - 270 kg/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>PROCEDENCIA :</td><td>Prueba en Laboratorio</td></tr> <tr><td>PROCED. AGREGADOS :</td><td></td></tr> <tr><td>CEMENTO :</td><td>Andino Tipo V</td></tr> <tr><td>ADITIVO :</td><td>Polyheed 130N + Rheobuild 1060 + Micro AIR 920</td></tr> <tr><td colspan="2"><b>Ensayo de Concreto Fresco</b></td></tr> <tr><td>ASENTAMIENTO :</td><td>8 1/4 Pulg</td></tr> <tr><td>TEMP. MORTERO :</td><td>13.0 °C</td></tr> <tr><td>TEMP. AMBIENTE :</td><td>4.0 °C</td></tr> <tr><td>FECHA ENSAYO :</td><td></td></tr> <tr><td>HORA DE INICIO :</td><td></td></tr> </table> | MUESTRA :                                      | Cto. Andino - T V - 270 kg/m <sup>3</sup>         | PROCEDENCIA : | Prueba en Laboratorio | PROCED. AGREGADOS : |  | CEMENTO : | Andino Tipo V | ADITIVO : | Polyheed 130N + Rheobuild 1060 + Micro AIR 920 | <b>Ensayo de Concreto Fresco</b> |  | ASENTAMIENTO : | 8 1/4 Pulg | TEMP. MORTERO : | 13.0 °C | TEMP. AMBIENTE : | 4.0 °C | FECHA ENSAYO : |  | HORA DE INICIO : |  | <table style="width: 100%;"> <tr><td colspan="3" style="text-align: center;">DOSIFICACION DE DISEÑO</td></tr> <tr><td>Cemento</td><td style="text-align: right;">270</td><td style="text-align: right;">kg./m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>Agua</td><td style="text-align: right;">165</td><td style="text-align: right;">lt./m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>Arena natural</td><td style="text-align: right;">937</td><td style="text-align: right;">kg./m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>Piedra HUSO 57</td><td style="text-align: right;">886</td><td style="text-align: right;">kg./m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>aditivo: Micro Air 920</td><td style="text-align: right;">0.06%</td><td style="text-align: right;">0.16 lt./m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>aditivo: Polyheed 130N</td><td style="text-align: right;">0.43%</td><td style="text-align: right;">0.95 lt./m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>aditivo: Rheobuild 1060</td><td style="text-align: right;">0.61%</td><td style="text-align: right;">1.35 lt./m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>Relación A/C</td><td style="text-align: right;">0.69</td><td></td></tr> </table> | DOSIFICACION DE DISEÑO |  |  | Cemento | 270 | kg./m <sup>3</sup> | Agua | 165 | lt./m <sup>3</sup> | Arena natural | 937 | kg./m <sup>3</sup> | Piedra HUSO 57 | 886 | kg./m <sup>3</sup> | aditivo: Micro Air 920 | 0.06% | 0.16 lt./m <sup>3</sup> | aditivo: Polyheed 130N | 0.43% | 0.95 lt./m <sup>3</sup> | aditivo: Rheobuild 1060 | 0.61% | 1.35 lt./m <sup>3</sup> | Relación A/C | 0.69 |  |
| MUESTRA :   | Cto. Andino - T V - 270 kg/m <sup>3</sup>      |   |               |                       |                     |  |           |               |           |  |                                  |  |                |            |                 |         |                  |        |                |  |                  |  |   |                        |  |  |         |     |                    |      |     |                    |               |     |                    |                |     |                    |                        |       |                         |                        |       |                         |                         |       |                         |              |      |  |
| PROCEDENCIA :   | Prueba en Laboratorio                          |   |               |                       |                     |  |           |               |           |  |                                  |  |                |            |                 |         |                  |        |                |  |                  |  |   |                        |  |  |         |     |                    |      |     |                    |               |     |                    |                |     |                    |                        |       |                         |                        |       |                         |                         |       |                         |              |      |  |
| PROCED. AGREGADOS :   |  |   |               |                       |                     |  |           |               |           |  |                                  |  |                |            |                 |         |                  |        |                |  |                  |  |   |                        |  |  |         |     |                    |      |     |                    |               |     |                    |                |     |                    |                        |       |                         |                        |       |                         |                         |       |                         |              |      |  |
| CEMENTO :   | Andino Tipo V                                  |   |               |                       |                     |  |           |               |           |  |                                  |  |                |            |                 |         |                  |        |                |  |                  |  |   |                        |  |  |         |     |                    |      |     |                    |               |     |                    |                |     |                    |                        |       |                         |                        |       |                         |                         |       |                         |              |      |  |
| ADITIVO :   | Polyheed 130N + Rheobuild 1060 + Micro AIR 920 |   |               |                       |                     |  |           |               |           |  |                                  |  |                |            |                 |         |                  |        |                |  |                  |  |   |                        |  |  |         |     |                    |      |     |                    |               |     |                    |                |     |                    |                        |       |                         |                        |       |                         |                         |       |                         |              |      |  |
| <b>Ensayo de Concreto Fresco</b>  |  |   |               |                       |                     |  |           |               |           |  |                                  |  |                |            |                 |         |                  |        |                |  |                  |  |   |                        |  |  |         |     |                    |      |     |                    |               |     |                    |                |     |                    |                        |       |                         |                        |       |                         |                         |       |                         |              |      |  |
| ASENTAMIENTO :  | 8 1/4 Pulg                                     |   |               |                       |                     |  |           |               |           |  |                                  |  |                |            |                 |         |                  |        |                |  |                  |  |   |                        |  |  |         |     |                    |      |     |                    |               |     |                    |                |     |                    |                        |       |                         |                        |       |                         |                         |       |                         |              |      |  |
| TEMP. MORTERO :   | 13.0 °C  |   |               |                       |                     |  |           |               |           |  |                                  |  |                |            |                 |         |                  |        |                |  |                  |  |   |                        |  |  |         |     |                    |      |     |                    |               |     |                    |                |     |                    |                        |       |                         |                        |       |                         |                         |       |                         |              |      |  |
| TEMP. AMBIENTE :  | 4.0 °C   |   |               |                       |                     |  |           |               |           |  |                                  |  |                |            |                 |         |                  |        |                |  |                  |  |   |                        |  |  |         |     |                    |      |     |                    |               |     |                    |                |     |                    |                        |       |                         |                        |       |                         |                         |       |                         |              |      |  |
| FECHA ENSAYO :  |  |   |               |                       |                     |  |           |               |           |  |                                  |  |                |            |                 |         |                  |        |                |  |                  |  |   |                        |  |  |         |     |                    |      |     |                    |               |     |                    |                |     |                    |                        |       |                         |                        |       |                         |                         |       |                         |              |      |  |
| HORA DE INICIO :  |  |   |               |                       |                     |  |           |               |           |  |                                  |  |                |            |                 |         |                  |        |                |  |                  |  |   |                        |  |  |         |     |                    |      |     |                    |               |     |                    |                |     |                    |                        |       |                         |                        |       |                         |                         |       |                         |              |      |  |
| DOSIFICACION DE DISEÑO  |  |   |               |                       |                     |  |           |               |           |  |                                  |  |                |            |                 |         |                  |        |                |  |                  |  |   |                        |  |  |         |     |                    |      |     |                    |               |     |                    |                |     |                    |                        |       |                         |                        |       |                         |                         |       |                         |              |      |  |
| Cemento   | 270  | kg./m <sup>3</sup>                                |               |                       |                     |  |           |               |           |  |                                  |  |                |            |                 |         |                  |        |                |  |                  |  |   |                        |  |  |         |     |                    |      |     |                    |               |     |                    |                |     |                    |                        |       |                         |                        |       |                         |                         |       |                         |              |      |  |
| Agua  | 165  | lt./m <sup>3</sup>                                |               |                       |                     |  |           |               |           |  |                                  |  |                |            |                 |         |                  |        |                |  |                  |  |   |                        |  |  |         |     |                    |      |     |                    |               |     |                    |                |     |                    |                        |       |                         |                        |       |                         |                         |       |                         |              |      |  |
| Arena natural   | 937  | kg./m <sup>3</sup>                                |               |                       |                     |  |           |               |           |  |                                  |  |                |            |                 |         |                  |        |                |  |                  |  |   |                        |  |  |         |     |                    |      |     |                    |               |     |                    |                |     |                    |                        |       |                         |                        |       |                         |                         |       |                         |              |      |  |
| Piedra HUSO 57  | 886  | kg./m <sup>3</sup>                                |               |                       |                     |  |           |               |           |  |                                  |  |                |            |                 |         |                  |        |                |  |                  |  |   |                        |  |  |         |     |                    |      |     |                    |               |     |                    |                |     |                    |                        |       |                         |                        |       |                         |                         |       |                         |              |      |  |
| aditivo: Micro Air 920  | 0.06%  | 0.16 lt./m <sup>3</sup>                           |               |                       |                     |  |           |               |           |  |                                  |  |                |            |                 |         |                  |        |                |  |                  |  |   |                        |  |  |         |     |                    |      |     |                    |               |     |                    |                |     |                    |                        |       |                         |                        |       |                         |                         |       |                         |              |      |  |
| aditivo: Polyheed 130N  | 0.43%  | 0.95 lt./m <sup>3</sup>                           |               |                       |                     |  |           |               |           |  |                                  |  |                |            |                 |         |                  |        |                |  |                  |  |   |                        |  |  |         |     |                    |      |     |                    |               |     |                    |                |     |                    |                        |       |                         |                        |       |                         |                         |       |                         |              |      |  |
| aditivo: Rheobuild 1060   | 0.61%  | 1.35 lt./m <sup>3</sup>                           |               |                       |                     |  |           |               |           |  |                                  |  |                |            |                 |         |                  |        |                |  |                  |  |   |                        |  |  |         |     |                    |      |     |                    |               |     |                    |                |     |                    |                        |       |                         |                        |       |                         |                         |       |                         |              |      |  |
| Relación A/C  | 0.69   |   |               |                       |                     |  |           |               |           |  |                                  |  |                |            |                 |         |                  |        |                |  |                  |  |   |                        |  |  |         |     |                    |      |     |                    |               |     |                    |                |     |                    |                        |       |                         |                        |       |                         |                         |       |                         |              |      |  |
|   |  | Técnico responsable : <b>Peter Agurto Marcelo</b> |               |                       |                     |  |           |               |           |  |                                  |  |                |            |                 |         |                  |        |                |  |                  |  |   |                        |  |  |         |     |                    |      |     |                    |               |     |                    |                |     |                    |                        |       |                         |                        |       |                         |                         |       |                         |              |      |  |

| Hora Ensayo | Tiempo (Minutos) | Carga (Libras) | Agujas de Penetración |                     |                                    | Resistencia Penetración (PSI) | Temperatura |         |
|-------------|------------------|----------------|-----------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------|-------------|---------|
|             |                  |                | Nº Aguja              | Diámetro (Pulgadas) | Area Contacto (Pulg <sup>2</sup> ) |                               | Ambiente    | Mortero |
| 6:30        | 0                | 0              | 1                     | 1.128               | 1.000                              | 0                             |             |         |
| 15:00       | 510              | 72             | 1                     | 1.128               | 1.000                              | 72                            | 10.0        | 13.3    |
| 16:57       | 627              | 94             | 2                     | 0.798               | 0.500                              | 188                           | 10.0        | 13.6    |
| 18:00       | 690              | 110            | 3                     | 0.564               | 0.250                              | 440                           | 9.0         | 14.2    |
| 19:06       | 756              | 120            | 4                     | 0.357               | 0.100                              | 1200                          | 8.0         | 14.3    |
| 20:02       | 812              | 96             | 5                     | 0.252               | 0.050                              | 1920                          | 8.0         | 14.2    |
| 21:42       | 912              | 120            | 6                     | 0.178               | 0.025                              | 4800                          | 7.0         | 14.3    |
|             |                  |                |                       |                     |                                    |                               |             |         |
|             |                  |                |                       |                     |                                    |                               |             |         |
|             |                  |                |                       |                     |                                    |                               |             |         |
|             |                  |                |                       |                     |                                    |                               |             |         |



|            |                          |             |                     |
|------------|--------------------------|-------------|---------------------|
| RESULTADOS | TIEMPO DE FRAGUA INICIAL | 697 Minutos | 11 horas 37 minutos |
|            | TIEMPO DE FRAGUA FINAL   | 888 Minutos | 14 horas 48 minutos |

**CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III**

*[Signature]*  
ING. JUAN MOISES CAJACURI CUELLAR  
ASIST. RESIDENTE - C.P. 71262

**CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III**

*[Signature]*  
ING. WALTER S. MENDO LOPEZ  
C.P. 70013  
RESIDENTE DE OBRA



The Chemical Company

BASF CONSTRUCTION CHEMICALS PERU S.A

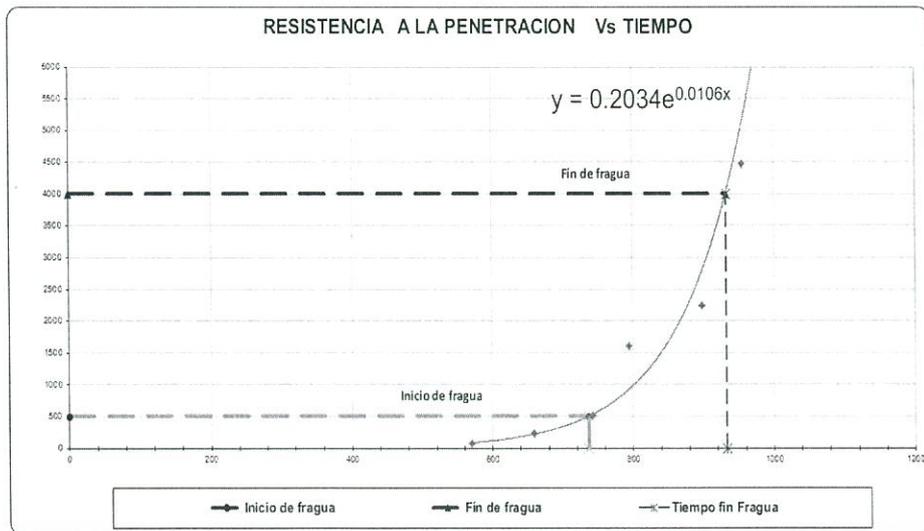
SOPORTE TÉCNICO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN

(Norma de Ensayo : ASTM - C 403 )

|                                  |  |  |             |
|----------------------------------|--|--|-------------|
| MUESTRA                          | : Cto. Andino - T V - 300 kg/m3                  | DOSIFICACION DE DISEÑO                     |             |
| PROCEDENCIA                      | : Prueba en Laboratorio                          | Cemento                                    | 300 kg./m3  |
| PROCED. AGREGADOS                | :  | Agua                                       | 185 lt./m3  |
| CEMENTO                          | : Andino Tipo V                                  | Arena natural                              | 871 kg./m3  |
| ADITIVO                          | : Polyheed 130N + Rheobuild 1060 + Micro Air 920 | Piedra HUSO 57                             | 927 kg./m3  |
| <b>Ensayo de Concreto Fresco</b> |  | aditivo: Micro Air 920 0.06%               | 0.18 lt./m3 |
| ASENTAMIENTO                     | : 8 Pulg   | aditivo: Polyheed 130N 0.43%               | 1.05 lt./m3 |
| TEMP. MORTERO                    | : 13.2 °C  | aditivo: Rheobuild 1060 0.61%              | 1.50 lt./m3 |
| TEMP. AMBIENTE                   | : 4.8 °C   | Relación A/C                               | 0.62        |
| FECHA ENSAYO                     | :  | Técnico responsable : Peter Agurto Marcelo |             |
| HORA DE INICIO                   | :  |  |             |

| Hora Ensayo | Tiempo (Minutos) | Carga (Libras) | Agujas de Penetración |                     |                       | Resistencia Penetración (PSI) | Temperatura |         |
|-------------|------------------|----------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------|---------|
|             |                  |                | Nº Aguja              | Diámetro (Pulgadas) | Area Contacto (Pulg2) |                               | Ambiente    | Mortero |
| 6:58        | 0                | 0              | 1                     | 1.128               | 1.000                 | 0                             |             |         |
| 16:28       | 570              | 68             | 1                     | 1.128               | 1.000                 | 68                            | 10.0        | 13.3    |
| 17:57       | 659              | 118            | 2                     | 0.798               | 0.500                 | 236                           | 10.0        | 13.6    |
| 19:20       | 742              | 128            | 3                     | 0.564               | 0.250                 | 512                           | 9.0         | 14.2    |
| 20:12       | 794              | 160            | 4                     | 0.357               | 0.100                 | 1600                          | 8.0         | 14.2    |
| 21:56       | 898              | 112            | 5                     | 0.252               | 0.050                 | 2240                          | 8.0         | 14.2    |
| 22:54       | 956              | 112            | 6                     | 0.178               | 0.025                 | 4480                          | 7.0         | 14.0    |
|             |                  |                |                       |                     |                       |                               |             |         |
|             |                  |                |                       |                     |                       |                               |             |         |
|             |                  |                |                       |                     |                       |                               |             |         |
|             |                  |                |                       |                     |                       |                               |             |         |



|            |                          |             |                     |
|------------|--------------------------|-------------|---------------------|
| RESULTADOS | TIEMPO DE FRAGUA INICIAL | 737 Minutos | 12 horas 17 minutos |
|            | TIEMPO DE FRAGUA FINAL   | 933 Minutos | 15 horas 33 minutos |

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. JUAN MOISES CAJACURI CUELLAR  
ASIST. RESIDENTE - C.I.º 71252

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. WALTER S. MENDO LOPEZ  
C.I.º 60013  
RESIDENTE DE OBRA



BASF CONSTRUCTION CHEMICALS PERU S.A

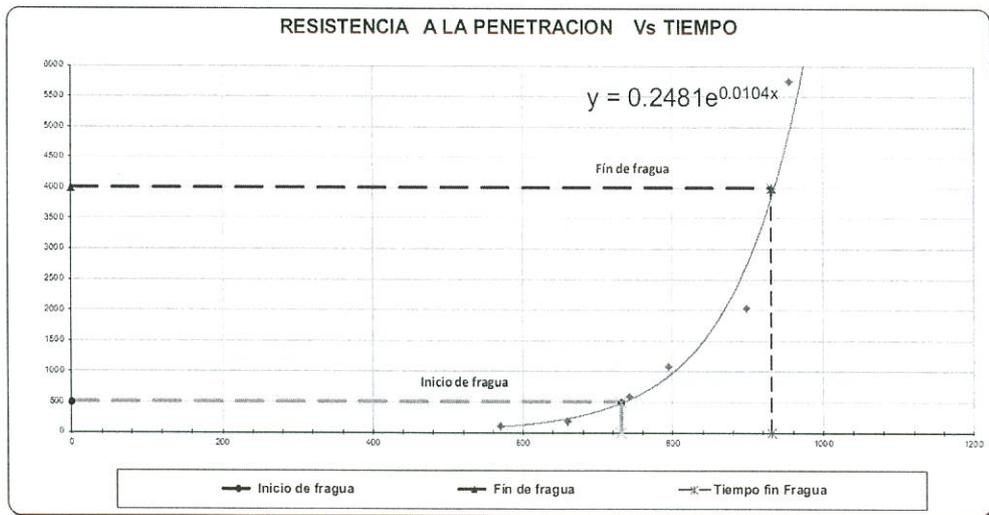
SOPORTE TÉCNICO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN

(Norma de Ensayo : ASTM - C 403 )

|                                  |  |                               |                      |
|----------------------------------|--|-------------------------------|----------------------|
| MUESTRA                          | : Cto. Andino - T V - 360 kg/m3                  | DOSIFICACION DE DISEÑO        |                      |
| PROCEDENCIA                      | : Prueba en Laboratorio                          | Cemento                       | 360 kg./m3           |
| PROCED. AGREGADOS                | :  | Agua                          | 185 lt./m3           |
| CEMENTO                          | : Andino Tipo V                                  | Arena natural                 | 794 kg./m3           |
| ADITIVO                          | : Polyheed 130N + Rheobuild 1060 + Micro AIR 920 | Piedra HUSO 57                | 954 kg./m3           |
| <u>Ensayo de Concreto Fresco</u> |  | aditivo: Micro Air 920 0.06%  | 0.22 lt./m3          |
| ASENTAMIENTO                     | : 8 1/2 Pulg                                     | aditivo: Polyheed 130N 0.43%  | 1.26 lt./m3          |
| TEMP. MORTERO                    | : 13.0 °C  | aditivo: Rheobuild 1060 0.61% | 1.80 lt./m3          |
| TEMP. AMBIENTE                   | : 5.0 °C   | Relación A/C                  | 0.51                 |
| FECHA ENSAYO                     | :  | Técnico responsable :         | Peter Agurto Marcelo |
| HORA DE INICIO                   | :  |                               |                      |

| Hora Ensayo | Tiempo (Minutos) | Carga (Libras) | Agujas de Penetración |                     |                       | Resistencia Penetración (PSI) | Temperatura |         |
|-------------|------------------|----------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------|---------|
|             |                  |                | Nº Aguja              | Diámetro (Pulgadas) | Area Contacto (Pulg2) |                               | Ambiente    | Mortero |
| 7:12        | 0                | 0              | 1                     | 1.128               | 1.000                 | 0                             |             |         |
| 16:02       | 530              | 100            | 1                     | 1.128               | 1.000                 | 100                           | 10.0        | 13.3    |
| 17:12       | 600              | 90             | 2                     | 0.798               | 0.500                 | 180                           | 10.0        | 13.6    |
| 18:40       | 688              | 150            | 3                     | 0.564               | 0.250                 | 600                           | 9.0         | 14.2    |
| 19:50       | 758              | 108            | 4                     | 0.357               | 0.100                 | 1080                          | 8.0         | 14.3    |
| 20:45       | 813              | 102            | 5                     | 0.252               | 0.050                 | 2040                          | 8.0         | 14.2    |
| 21:45       | 873              | 144            | 6                     | 0.178               | 0.025                 | 5760                          | 7.0         | 14.3    |
|             |                  |                |                       |                     |                       |                               |             |         |
|             |                  |                |                       |                     |                       |                               |             |         |
|             |                  |                |                       |                     |                       |                               |             |         |
|             |                  |                |                       |                     |                       |                               |             |         |



|            |                          |             |                     |
|------------|--------------------------|-------------|---------------------|
| RESULTADOS | TIEMPO DE FRAGUA INICIAL | 732 Minutos | 12 horas 12 minutos |
|            | TIEMPO DE FRAGUA FINAL   | 932 Minutos | 15 horas 32 minutos |

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. JUAN MOISES CAJACURI CUELLAR  
ASIST. RESIDENTE - C.P. 71252

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. WALTER S. MENDO LOPEZ  
C.P. 60013  
RESIDENTE DE OBRA



The Chemical Company

BASF CONSTRUCTION CHEMICALS PERU S.A

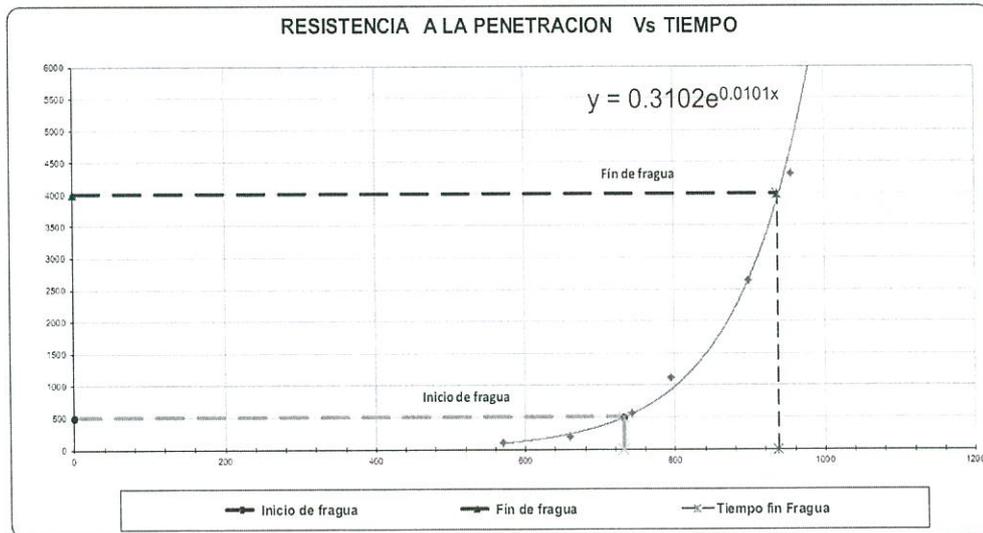
SOPORTE TÉCNICO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN

(Norma de Ensayo : ASTM - C 403 )

|                                  |  |                               |                      |
|----------------------------------|--|-------------------------------|----------------------|
| MUESTRA                          | : Cto. Andino - T V - 380 kg/m3                  | DOSIFICACION DE DISEÑO        |                      |
| PROCEDENCIA                      | : Prueba en Laboratorio                          | Cemento                       | 380 kg./m3           |
| PROCED. AGREGADOS                | :  | Agua                          | 185 lt./m3           |
| CEMENTO                          | : Andino Tipo V                                  | Arena natural                 | 769 kg./m3           |
| ADITIVO                          | : Polyheed 130N + Rheobuild 1060 + Micro AIR 920 | Piedra HUSO 57                | 962 kg./m3           |
| <b>Ensayo de Concreto Fresco</b> |  | aditivo: Micro Air 920 0.06%  | 0.23 lt./m3          |
| ASENTAMIENTO                     | : 8 1/2 Pulg                                     | aditivo: Polyheed 130N 0.43%  | 1.33 lt./m3          |
| TEMP. MORTERO                    | : 13.0 °C  | aditivo: Rheobuild 1060 0.61% | 1.90 lt./m3          |
| TEMP. AMBIENTE                   | : 5.0 °C   | Relación A/C                  | 0.49                 |
| FECHA ENSAYO                     | :  | Técnico responsable :         | Peter Agurto Marcelo |
| HORA DE INICIO                   | :  |                               |                      |

| Hora Ensayo | Tiempo (Minutos) | Carga (Libras) | Agujas de Penetración |                     |                       | Resistencia Penetración (PSI) | Temperatura |         |
|-------------|------------------|----------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------|---------|
|             |                  |                | Nº Aguja              | Diámetro (Pulgadas) | Area Contacto (Pulg2) |                               | Ambiente    | Mortero |
| 7:58        | 0                | 0              | 1                     | 1.128               | 1.000                 | 0                             |             |         |
| 14:50       | 412              | 100            | 1                     | 1.128               | 1.000                 | 100                           | 10.0        | 13.3    |
| 15:50       | 472              | 100            | 2                     | 0.798               | 0.500                 | 200                           | 10.0        | 13.6    |
| 16:50       | 532              | 140            | 3                     | 0.564               | 0.250                 | 560                           | 9.0         | 14.2    |
| 17:20       | 562              | 112            | 4                     | 0.357               | 0.100                 | 1120                          | 8.0         | 14.3    |
| 19:00       | 662              | 132            | 5                     | 0.252               | 0.050                 | 2640                          | 8.0         | 14.2    |
| 20:20       | 742              | 108            | 6                     | 0.178               | 0.025                 | 4320                          | 7.0         | 14.3    |
|             |                  |                |                       |                     |                       |                               |             |         |
|             |                  |                |                       |                     |                       |                               |             |         |
|             |                  |                |                       |                     |                       |                               |             |         |
|             |                  |                |                       |                     |                       |                               |             |         |



|            |                          |             |                     |
|------------|--------------------------|-------------|---------------------|
| RESULTADOS | TIEMPO DE FRAGUA INICIAL | 731 Minutos | 12 horas 11 minutos |
|            | TIEMPO DE FRAGUA FINAL   | 937 Minutos | 15 horas 37 minutos |

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. JUAN MOISES CAJACURI CUELLAR  
ASIST. RESIDENTE - C.I. 71252

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. WALTER S. MENDO LOPEZ  
C.I.P. 60013  
RESIDENTE DE OBRA

## 5.- DOSIFICACIONES DE MEZCLA RECOMENDADAS

En base a los resultados de las propiedades del concreto fresco y endurecido de las mezclas de prueba, consignado en los cuadros anteriores se puede recomendar las siguientes dosificaciones de concreto para la construcción del Proyecto.

### CEMENTO ANDINO TIPO I

#### PROPIEDADES FISICAS DE LOS MATERIALES

| MATERIALES            | PROCEDENCIA         | P. ESP ESPECIFICO<br>kg/m <sup>3</sup> | % DE ABSORCION | MODULO FINURA | TAMAÑO NOMINAL MAXIMO |
|-----------------------|---------------------|--|----------------|---------------|-----------------------|
| Cemento Andino Tipo I | Cemento Andino      | 3150                                   | -              | -             | -                     |
| Agua                  | Fuente del proyecto | 1000                                   | -              | -             | -                     |
| Arena Natural 3/8"    | Cochamarca          | 2624                                   | 2.40           | 2.87          |                       |
| Piedra Chancada 57    | Cochamarca          | 2686                                   | 0.91           | 7.0           | 1 1/2" a # 4          |
| Polyheed 130N         | BASF                | 1080                                   | -              | -             | -                     |
| Rheobuild 1060        | BASF                | 1210                                   | -              | -             | -                     |
| Micro Air 920         | BASF                | 1000                                   | -              | -             | -                     |

#### CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

| N° | Características del Concreto                    | Tipos de concreto F'c = Kg/cm2 (28 días) |         |         |         |         |
|----|---|--|---------|---------|---------|---------|
|    |   | 100                                      | 140     | 175     | 210     | 280     |
| 1  | Factor cemento Kg/cm3                           | 220                                      | 240     | 270     | 300     | 380     |
| 2  | Relación en peso: a/c                           | 0.86                                     | 0.80    | 0.70    | 0.63    | 0.50    |
| 3  | Porcentaje de combinación del agregado fino: rf | 0.52                                     | 0.52    | 0.52    | 0.49    | 0.45    |
| 4  | Aditivo: Polyheed 130 N (% peso del cemento)    | 0.43                                     | 0.43    | 0.40    | 0.43    | 0.43    |
| 5  | Aditivo: Rheobuild 1060 (% peso del cemento)    | 0.61                                     | 0.61    | 0.60    | 0.61    | 0.61    |
| 6  | Aditivo: Micro Air 920 (% peso del cemento)     | 0.60                                     | 0.65    | 0.60    | 0.60    | 0.60    |
| 7  | Asentamiento                                    | 4" - 6"                                  | 4" - 6" | 4" - 6" | 4" - 6" | 4" - 6" |

#### DOSIFICACION EN PESO SECO SATURADO CON SUPERFICIE SECA (P SSS). Kg/m3

| N° | Características del Concreto  | Tipos de concreto F'c = Kg/cm2 (28 días) |      |      |      |      |
|----|-------------------------------|--|------|------|------|------|
|    |                               | 100                                      | 140  | 175  | 210  | 280  |
| 1  | cemento Andino tipo I Kg/cm3  | 220                                      | 240  | 270  | 300  | 380  |
| 2  | Agua Fuente del proyecto      | 190                                      | 190  | 190  | 190  | 190  |
| 3  | Arena Natural 3/8" Cochamarca | 952                                      | 943  | 930  | 863  | 762  |
| 4  | Piedra Chancada 57 Cochamarca | 900                                      | 891  | 879  | 920  | 953  |
| 5  | Polyheed 130 N                | 0.88                                     | 0.96 | 1.1  | 1.20 | 1.52 |
| 6  | Rheobuild 1060                | 1.10                                     | 1.20 | 1.4  | 1.50 | 1.90 |
| 7  | Micro Air 920                 | 0.13                                     | 0.16 | 0.2  | 0.18 | 0.23 |
| 8  | Peso Total                    | 2264                                     | 2267 | 2271 | 2276 | 2289 |

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. JUAN MOISES CAJACURI CUELLAR  
ASIST. RESIDENTE - CIP 71262

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. WALTER S. MENDO LOPEZ  
C.I.P. 63013  
RESIDENTE DE OBRAS

## CEMENTO ANDINO TIPO V

### PROPIEDADES FISICAS DE LOS MATERIALES

|                          | PROCEDENCIA                    | P. ESP<br>ESPECIFICO<br>kg/m <sup>3</sup> | % DE<br>ABSORCION | MODULO<br>FINURA | TAMAÑO<br>NOMINAL<br>MAXIMO |
|--------------------------|--------------------------------|---|-------------------|------------------|-----------------------------|
| Cemento Andino<br>Tipo V | Cemento Andino                 | 3150                                      | -                 | -                | -                           |
| Agua                     | Fuente de agua del<br>proyecto | 1000                                      | -                 | -                | -                           |
| Arena Natural<br>3/8"    | Cochamarca                     | 2624                                      | 2.40              | 2.87             |                             |
| Piedra Chancada<br>57    | Cochamarca                     | 2686                                      | 0.91              | 7.0              | 1 1/2" a # 4                |
| Polyheed 130N            | BASF                           | 1080                                      | -                 | -                | -                           |
| Rheobuild 1060           | BASF                           | 1210                                      | -                 | -                | -                           |
| Micro Air 920            | BASF                           | 1000                                      | -                 | -                | -                           |

### CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

| N° | Características del Concreto                       | Tipos de concreto F'c = Kg/cm <sup>2</sup> (28 días) |         |         |         |         |
|----|--|--|---------|---------|---------|---------|
|    |  | 100  | 140     | 175     | 210     | 280     |
| 1  | Factor cemento Kg/cm <sup>3</sup>                  | 220  | 240     | 270     | 300     | 380     |
| 2  | Relación en peso: a/c                              | 0.84   | 0.77    | 0.69    | 0.62    | 0.49    |
| 3  | Porcentaje de combinación del<br>agregado fino: rf | 0.51   | 0.52    | 0.52    | 0.49    | 0.45    |
| 4  | Aditivo: Polyheed 130 N (%<br>peso del cemento)    | 0.38   | 0.38    | 0.38    | 0.38    | 0.38    |
| 5  | Aditivo: Rheobuild 1060 (%<br>peso del cemento)    | 0.61   | 0.61    | 0.61    | 0.61    | 0.61    |
| 6  | Aditivo: Micro Air 920 (%<br>peso del cemento)     | 0.65   | 0.65    | 0.60    | 0.60    | 0.60    |
| 7  | Asentamiento                                       | 4" - 6"  | 4" - 6" | 4" - 6" | 4" - 6" | 4" - 6" |

### DOSIFICACION EN PESO SECO SATURADO CON SUPERFICIE SECA (P SSS). Kg/m<sup>3</sup>

| N° | Características del Concreto             | Tipos de concreto F'c = Kg/cm <sup>2</sup> (28 días) |      |      |      |      |
|----|--|--|------|------|------|------|
|    |  | 100  | 140  | 175  | 210  | 280  |
| 1  | cemento Andino tipo V Kg/cm <sup>3</sup> | 220  | 240  | 270  | 300  | 380  |
| 2  | Agua fuente del proyecto                 | 185  | 185  | 185  | 185  | 185  |
| 3  | Arena Natural 3/8" Cochamarca            | 941  | 951  | 937  | 871  | 769  |
| 4  | Piedra Chancada 57 Cochamarca            | 925  | 898  | 886  | 927  | 962  |
| 5  | Polyheed 130 N                           | 0.77   | 0.84 | 0.95 | 1.05 | 1.33 |
| 6  | Rheobuild 1060                           | 1.10   | 1.20 | 1.36 | 1.50 | 1.90 |
| 7  | Micro Air 920                            | 0.14   | 0.16 | 0.16 | 0.18 | 0.23 |
| 8  | Peso Total                               | 2273   | 2276 | 2280 | 2286 | 2299 |

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA

ING. JUAN MOISE CAJACURI CUELLAR  
ASIST. RESIDENTE - CP. 71262

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III

ING. WALTER S. MENDO LOPEZ  
C.P. 60013  
RESIDENTE DE OBRA



**RESUMEN DE ENSAYOS DE  
ARENA NATURAL 3/8”  
Y CUADRO ESTADISTICO  
“CANTERA COCHAMARCA”**



# RESUMEN DE PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS

## LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA

MATERIAL : ARENA NATURAL 3/8"  
CANTERA : COCHAMARCA

TECNICO W.G.A.  
ING° RESP. : J.M.G

### ARENA NATURAL 3/8" - CANTERA COCHAMARCA

| N° de Registro     | Fecha     | Análisis Granulométrico - % que Pasa Tamiz |        |       |       |       |       |        |           | MODULO FINEZA | DURAB | EQUIV. ARENA | GRAVED. ESPECIF. | PESO UNITARIO |       | PART. LIVIAN. | CLORUR CL | SULF. SO4 | CARB. LIGNIT. | GRUM. ARC. P. DEL. |
|--------------------|-----------|--|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-----------|---------------|-------|--------------|------------------|---------------|-------|---------------|-----------|-----------|---------------|--------------------|
|                    |           | 3/8"                                       | N° 4   | N° 8  | N° 16 | N° 30 | N° 50 | N° 100 | N° 200    |               |       |              |                  | SUELTO        | COMP. |               |           |           |               |                    |
| RA-03-14/01        | 07-03-14  | 100.0                                      | 93.8   | 80.0  | 61.8  | 45.0  | 24.1  | 8.4    | 2.1       | 2.87          | -     | 81           | 2.624            | 1.558         | 1.847 | -             | -         | -         | -             | -                  |
| RA-03-14/02        | 08-03-14  | 100.0                                      | 94.0   | 79.8  | 63.8  | 42.5  | 22.9  | 7.9    | 1.5       | 2.89          | -     | 80           | -                | -             | -     | -             | -         | -         | -             | -                  |
| RA-03-14/03        | 11-03-14  | 100.0                                      | 93.6   | 83.6  | 64.5  | 41.6  | 21.5  | 8.4    | 1.6       | 2.87          | -     | 83           | -                | -             | -     | -             | -         | -         | -             | -                  |
| RA-03-14/03        | 13-03-14  | 100.0                                      | 94.0   | 82.2  | 64.1  | 41.9  | 21.9  | 7.7    | 1.8       | 2.88          | -     | 79           | -                | -             | -     | -             | -         | -         | -             | -                  |
| RA-03-14/04        | 15-03-14  | 100.0                                      | 93.7   | 81.5  | 64.2  | 42.8  | 22.9  | 9.4    | 2.3       | 2.85          | -     | 80           | -                | -             | -     | -             | -         | -         | -             | -                  |
| Lab. Externos      | Indicadas | -  | -      | -     | -     | -     | -     | -      | -         | -             | 3.2   | -            | 2.660            | 1.606         | 1.781 | -             | -         | -         | -             | -                  |
| Lab. Externos      | Indicadas | -  | -      | -     | -     | -     | -     | -      | -         | -             | 6.6   | -            | -                | -             | -     | 0.210         | 0.007     | 0.360     | 0.17          | 1.4                |
| n                  | 5         | 5  | 5      | 5     | 5     | 5     | 5     | 5      | 5         | 5             | 2     | 5            | 2                | 2             | 2     | 1             | 1         | 1         | 1             | 1                  |
| S                  | 500.0     | 469.0                                      | 407.1  | 318.4 | 213.9 | 113.4 | 41.8  | 9.3    | 14.4      | 403.1         | 9.7   | 403.1        | 5.28             | 3.16          | 3.63  | 0.21          | 0.01      | 0.36      | 0.17          | 1.40               |
| Especificación     | 100.00    | 95-100                                     | 80-100 | 50-85 | 25-60 | 10-30 | 2-10  | 0-5    | 2.5 - 2.9 | ≥75%          | ≤15%  | ≥75%         | -                | -             | -     | ≤0.5%         | ≤0.1%     | ≤1%       | ≤1%           | ≤1%                |
| Xp                 | 100.0     | 93.8                                       | 81.4   | 63.7  | 42.8  | 22.7  | 8.4   | 1.9    | 2.87      | 4.9           | 80.6  | 2.6          | 2.6              | 1.6           | 1.8   | 0.210         | 0.007     | 0.360     | 0.170         | 1.400              |
| MIN                | 100.0     | 93.6                                       | 79.8   | 61.8  | 41.6  | 21.5  | 7.7   | 1.5    | 2.85      | 3.2           | 79.0  | 2.6          | 2.6              | 1.6           | 1.8   | 0.210         | 0.007     | 0.360     | 0.170         | 1.400              |
| MAX                | 100.0     | 94.0                                       | 83.6   | 64.5  | 45.0  | 24.1  | 9.4   | 2.3    | 2.89      | 6.6           | 83.0  | 2.7          | 2.7              | 1.6           | 1.8   | 0.210         | 0.007     | 0.360     | 0.170         | 1.400              |
| DES. ESTANDAR      | 0.0       | 0.2  | 1.6    | 1.1   | 1.3   | 1.0   | 0.7   | 0.3    | 0.01      | 2.4           | 1.5   | 0.0          | 0.0              | 0.0           | 0.0   | -             | -         | -         | -             | -                  |
| VARIANZA           | 0.0       | 0.0  | 2.5    | 1.2   | 1.8   | 1.0   | 0.5   | 0.1    | 0.00      | 5.7           | 2.3   | 0.0          | 0.0              | 0.0           | 0.0   | -             | -         | -         | -             | -                  |
| COEF. DE VARIACION | 0.0       | 0.2  | 1.9    | 1.7   | 3.1   | 4.5   | 8.1   | 17.8   | 0.49      | 49.4          | 1.9   | 1.0          | 1.0              | 2.2           | 2.6   | -             | -         | -         | -             | -                  |

Laboratorio

Nombre: **W. GARZA**

Firma:

D: 02  
M: 06  
A: 14

Ing. QA/QC-Producción

Nombre: **I. MAMANI**

Firma:

D: 02  
M: 06  
A: 14

Ing. Residente

Nombre: **CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III**

Firma:

ING. JUAN-JOSÉ CAJACURI CUELLAR  
ASIST. RESIDENTE - CIP 71282

D: 02  
M: 06  
A: 14

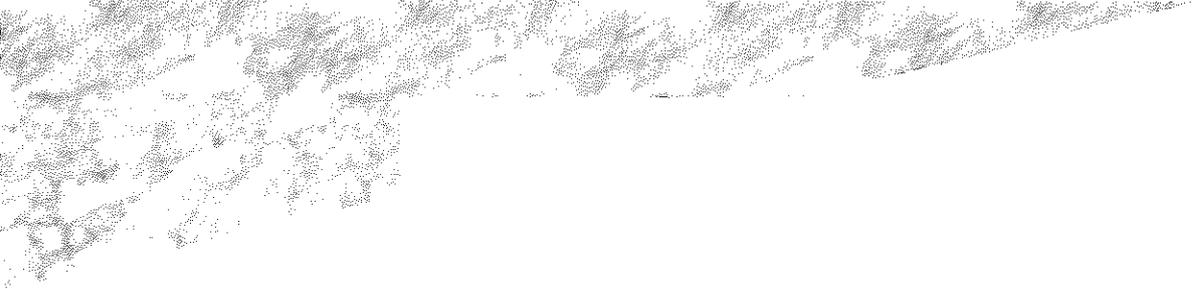
Supervision

D: **CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III**

Firma:

ING. JUAN-JOSÉ CAJACURI CUELLAR  
ASIST. SUPERVISION

CIP: 40336



# **GRANULOMETRIAS**



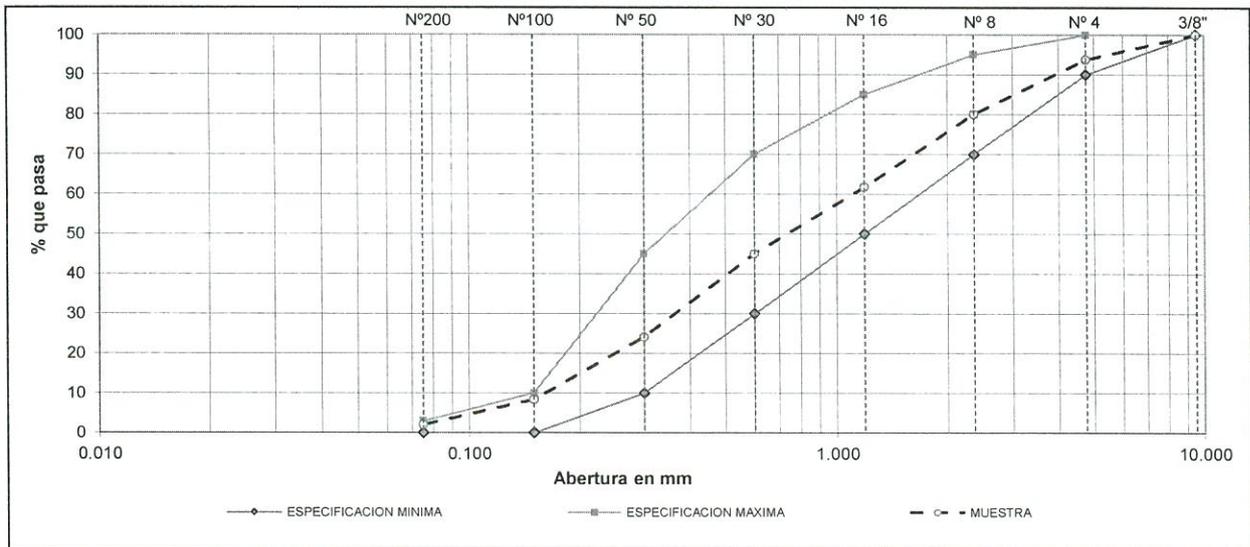
|   |   |
|---|---|
| <b>ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO</b> | <b>CC/OD-21</b><br><b>Version:01</b><br><b>Fecha:</b> |
|---|---|

( NORMA MTC E-204, AASHTO T-27 Y ASTM C-136)

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| <b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> |                                   |
| <b>OBRA</b>  | <b>CERTIFICADO</b> : GR-03-14/001 |
| <b>MATERIAL</b> : Arena Natural 3/8"                         | <b>TECNICO</b> : W.G.A.           |
| <b>CANTERA</b> : COCHAMARCA                                  | <b>ING. RESP.</b> : J.M.G         |

| TAMIZ   | ABERT. mm. | PESO RET. | %RET. | %RET. AC | % Q' PASA | ESPECIFICACION | DESCRIPCION DE LA MUESTRA        |
|---------|------------|-----------|-------|----------|-----------|----------------|----------------------------------|
| 1/2"    | 12.250     |           |       |          |           |                |                                  |
| 3/8"    | 9.500      |           |       |          | 100.0     | 100            | TAMAÑO MAX. : 3/8"               |
| # 4     | 4.750      | 96.0      | 6.2   | 6.2      | 93.8      | 90 - 100       | PESO TOTAL : 1546.0 gr           |
| # 8     | 2.360      | 213.0     | 13.8  | 20.0     | 80.0      | 70 - 95        |                                  |
| # 16    | 1.190      | 282.0     | 18.2  | 38.2     | 61.8      | 50 - 85        |                                  |
| # 30    | 0.600      | 259.0     | 16.8  | 55.0     | 45.0      | 30 - 70        | MODULO DE FINEZA: 2.87           |
| # 50    | 0.300      | 323.0     | 20.9  | 75.9     | 24.1      | 10 - 45        | MATERIAL PASA N° 200 AASHTO T-11 |
| # 100   | 0.150      | 243.0     | 15.7  | 91.6     | 8.4       | 0 - 10         | PESO INICIAL: 1546.0             |
| # 200   | 0.075      | 98.0      | 6.3   | 97.9     | 2.1       | 0 - 3          | PESO LAVADO: 1514                |
| < # 200 | FONDO      | 32.0      | 2.1   | 100.0    |           |                | % PASA MALLA N° 200: 2.1         |

### CURVA GRANULOMETRICA



|   |              |    |                         |           |        |              |  |              |  |                       |    |                          |           |        |              |  |              |  |                |    |         |  |                                   |  |        |  |  |  |  |             |    |                 |  |                              |  |        |  |   |  |
|---|--------------|----|-------------------------|-----------|--------|--------------|--|--------------|--|-----------------------|----|--------------------------|-----------|--------|--------------|--|--------------|--|----------------|----|---------|--|-----------------------------------|--|--------|--|--|--|--|-------------|----|-----------------|--|------------------------------|--|--------|--|---|--|
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Laboratorio</td><td style="text-align: center;">D:</td></tr> <tr><td>Nombre: <b>W. GARGA</b></td><td style="text-align: center;"><b>02</b></td></tr> <tr><td>Firma: </td><td style="text-align: center;">M: <b>06</b></td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: center;">A: <b>14</b></td></tr> </table> | Laboratorio  | D: | Nombre: <b>W. GARGA</b> | <b>02</b> | Firma: | M: <b>06</b> |  | A: <b>14</b> | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Ing. QA/QC-Producción</td><td style="text-align: center;">D:</td></tr> <tr><td>Nombre: <b>L. MAMANI</b></td><td style="text-align: center;"><b>02</b></td></tr> <tr><td>Firma: </td><td style="text-align: center;">M: <b>06</b></td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: center;">A: <b>14</b></td></tr> </table> | Ing. QA/QC-Producción | D: | Nombre: <b>L. MAMANI</b> | <b>02</b> | Firma: | M: <b>06</b> |  | A: <b>14</b> | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Ing. Residente</td><td style="text-align: center;">D:</td></tr> <tr><td>Nombre:</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;"><b>CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA</b></td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">Firma: </td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">ING. JUAN MOISES CAJACURI CUELLAR<br/>ASIST. RESIDENTE - CIP: 71252</td></tr> </table> | Ing. Residente | D: | Nombre: |  | <b>CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA</b> |  | Firma: |  | ING. JUAN MOISES CAJACURI CUELLAR<br>ASIST. RESIDENTE - CIP: 71252 |  | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Supervision</td><td style="text-align: center;">D:</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Control Calidad</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;"><b>CONSORCIO DEL ORIENTE</b></td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">Firma: </td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">Ing. HECTOR PEREZ BUSTAMANTE<br/>Jefe de Supervisión<br/>CIP: 40336</td></tr> </table> | Supervision | D: | Control Calidad |  | <b>CONSORCIO DEL ORIENTE</b> |  | Firma: |  | Ing. HECTOR PEREZ BUSTAMANTE<br>Jefe de Supervisión<br>CIP: 40336 |  |
| Laboratorio   | D:           |    |                         |           |        |              |  |              |  |                       |    |                          |           |        |              |  |              |  |                |    |         |  |                                   |  |        |  |  |  |  |             |    |                 |  |                              |  |        |  |   |  |
| Nombre: <b>W. GARGA</b>   | <b>02</b>    |    |                         |           |        |              |  |              |  |                       |    |                          |           |        |              |  |              |  |                |    |         |  |                                   |  |        |  |  |  |  |             |    |                 |  |                              |  |        |  |   |  |
| Firma:  | M: <b>06</b> |    |                         |           |        |              |  |              |  |                       |    |                          |           |        |              |  |              |  |                |    |         |  |                                   |  |        |  |  |  |  |             |    |                 |  |                              |  |        |  |   |  |
|   | A: <b>14</b> |    |                         |           |        |              |  |              |  |                       |    |                          |           |        |              |  |              |  |                |    |         |  |                                   |  |        |  |  |  |  |             |    |                 |  |                              |  |        |  |   |  |
| Ing. QA/QC-Producción   | D:           |    |                         |           |        |              |  |              |  |                       |    |                          |           |        |              |  |              |  |                |    |         |  |                                   |  |        |  |  |  |  |             |    |                 |  |                              |  |        |  |   |  |
| Nombre: <b>L. MAMANI</b>  | <b>02</b>    |    |                         |           |        |              |  |              |  |                       |    |                          |           |        |              |  |              |  |                |    |         |  |                                   |  |        |  |  |  |  |             |    |                 |  |                              |  |        |  |   |  |
| Firma:  | M: <b>06</b> |    |                         |           |        |              |  |              |  |                       |    |                          |           |        |              |  |              |  |                |    |         |  |                                   |  |        |  |  |  |  |             |    |                 |  |                              |  |        |  |   |  |
|   | A: <b>14</b> |    |                         |           |        |              |  |              |  |                       |    |                          |           |        |              |  |              |  |                |    |         |  |                                   |  |        |  |  |  |  |             |    |                 |  |                              |  |        |  |   |  |
| Ing. Residente  | D:           |    |                         |           |        |              |  |              |  |                       |    |                          |           |        |              |  |              |  |                |    |         |  |                                   |  |        |  |  |  |  |             |    |                 |  |                              |  |        |  |   |  |
| Nombre:   |              |    |                         |           |        |              |  |              |  |                       |    |                          |           |        |              |  |              |  |                |    |         |  |                                   |  |        |  |  |  |  |             |    |                 |  |                              |  |        |  |   |  |
| <b>CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA</b>   |              |    |                         |           |        |              |  |              |  |                       |    |                          |           |        |              |  |              |  |                |    |         |  |                                   |  |        |  |  |  |  |             |    |                 |  |                              |  |        |  |   |  |
| Firma:  |              |    |                         |           |        |              |  |              |  |                       |    |                          |           |        |              |  |              |  |                |    |         |  |                                   |  |        |  |  |  |  |             |    |                 |  |                              |  |        |  |   |  |
| ING. JUAN MOISES CAJACURI CUELLAR<br>ASIST. RESIDENTE - CIP: 71252  |              |    |                         |           |        |              |  |              |  |                       |    |                          |           |        |              |  |              |  |                |    |         |  |                                   |  |        |  |  |  |  |             |    |                 |  |                              |  |        |  |   |  |
| Supervision   | D:           |    |                         |           |        |              |  |              |  |                       |    |                          |           |        |              |  |              |  |                |    |         |  |                                   |  |        |  |  |  |  |             |    |                 |  |                              |  |        |  |   |  |
| Control Calidad   |              |    |                         |           |        |              |  |              |  |                       |    |                          |           |        |              |  |              |  |                |    |         |  |                                   |  |        |  |  |  |  |             |    |                 |  |                              |  |        |  |   |  |
| <b>CONSORCIO DEL ORIENTE</b>  |              |    |                         |           |        |              |  |              |  |                       |    |                          |           |        |              |  |              |  |                |    |         |  |                                   |  |        |  |  |  |  |             |    |                 |  |                              |  |        |  |   |  |
| Firma:  |              |    |                         |           |        |              |  |              |  |                       |    |                          |           |        |              |  |              |  |                |    |         |  |                                   |  |        |  |  |  |  |             |    |                 |  |                              |  |        |  |   |  |
| Ing. HECTOR PEREZ BUSTAMANTE<br>Jefe de Supervisión<br>CIP: 40336   |              |    |                         |           |        |              |  |              |  |                       |    |                          |           |        |              |  |              |  |                |    |         |  |                                   |  |        |  |  |  |  |             |    |                 |  |                              |  |        |  |   |  |

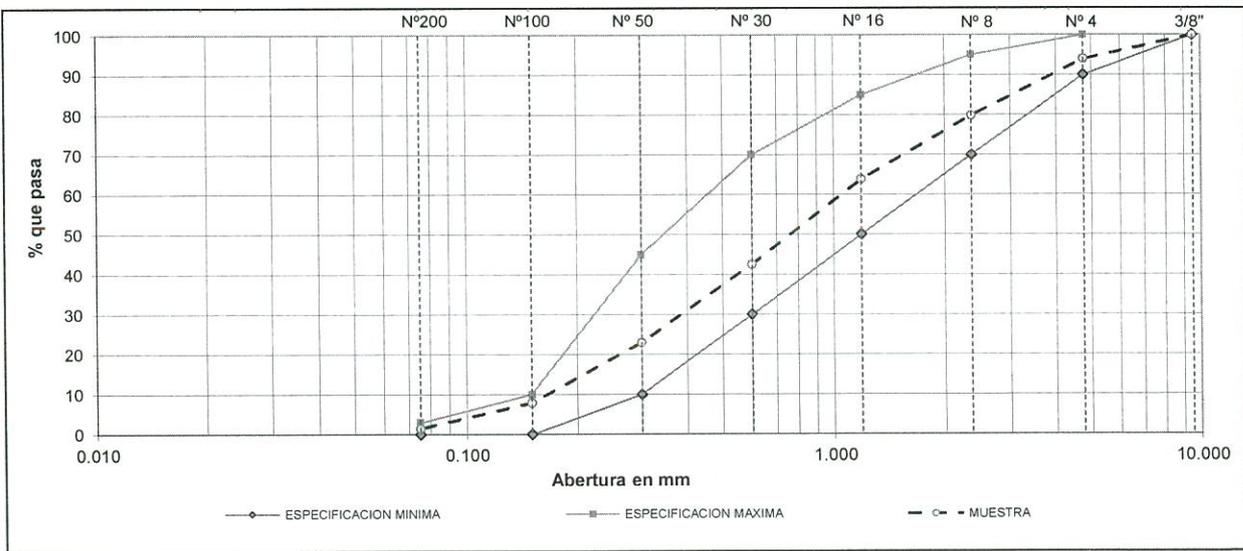
|  |   |   |
|--|---|---|
|  | <b>ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO</b> | <b>CC/OD-21</b><br><b>Version:01</b><br><b>Fecha:</b> |
|--|---|---|

( NORMA MTC E-204, AASHTO T-27 Y ASTM C-136)

|  |                    |                |
|--|--------------------|----------------|
| <b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> |                    |                |
| <b>OBRA</b>  | <b>CERTIFICADO</b> | : GR-03-14/002 |
| <b>MATERIAL</b> : Arena Natural 3/8"                         | <b>TECNICO</b>     | : W.G.A.       |
| <b>CANTERA</b> : COCHAMARCA                                  | <b>ING. RESP.</b>  | : J.M.G        |
|  | <b>FECHA</b>       | :              |

| TAMIZ   | ABERT. mm. | PESO RET. | %RET. | %RET. AC | % Q' PASA | ESPECIFICACION | DESCRIPCION DE LA MUESTRA               |
|---------|------------|-----------|-------|----------|-----------|----------------|---|
| 1/2"    | 12.250     |           |       |          |           |                |   |
| 3/8"    | 9.500      |           |       |          | 100.0     | 100            | TAMAÑO MAX. : 3/8"                      |
| # 4     | 4.750      | 90.0      | 6.0   | 6.0      | 94.0      | 90 - 100       | PESO TOTAL : 1496.0 gr                  |
| # 8     | 2.360      | 212.0     | 14.2  | 20.2     | 79.8      | 70 - 95        |   |
| # 16    | 1.190      | 239.0     | 16.0  | 36.2     | 63.8      | 50 - 85        |   |
| # 30    | 0.600      | 319.0     | 21.3  | 57.5     | 42.5      | 30 - 70        | MODULO DE FINEZA: 2.89                  |
| # 50    | 0.300      | 293.0     | 19.6  | 77.1     | 22.9      | 10 - 45        | <b>MATERIAL PASA N° 200 AASHTO T-11</b> |
| # 100   | 0.150      | 225.0     | 15.0  | 92.1     | 7.9       | 0 - 10         | PESO INICIAL: 1496.0                    |
| # 200   | 0.075      | 96.0      | 6.4   | 98.5     | 1.5       | 0 - 3          | PESO LAVADO: 1474                       |
| < # 200 | FONDO      | 22.0      | 1.5   | 100.0    |           |                | % PASA MALLA N° 200: 1.5                |

**CURVA GRANULOMETRICA**



|                           |    |    |
|---------------------------|----|----|
| <b>Laboratorio</b>        | D: | 02 |
| Nombre: <i>W. Carrea</i>  | M: | 06 |
| Firma: <i>[Signature]</i> | A: | 14 |

|                              |    |    |
|------------------------------|----|----|
| <b>Ing. QA/QC-Producción</b> | D: | 02 |
| Nombre: <i>L. Harawi</i>     | M: | 06 |
| Firma: <i>[Signature]</i>    | A: | 14 |

|                           |    |  |
|---------------------------|----|--|
| <b>Ing. Residente</b>     | D: |  |
| Nombre:                   | M: |  |
| Firma: <i>[Signature]</i> | A: |  |

**CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA**  
**ING. JUAN MOISES CAJACURI CUELLAR**  
 ASIST. RESIDENTE - CIP° 71262

|                           |    |  |
|---------------------------|----|--|
| <b>Supervision</b>        | D: |  |
| Control Calidad           | M: |  |
| Firma: <i>[Signature]</i> | A: |  |

**CONSORCIO DEL ORIENTE**  
**ING. NESTOR PEREZ BUSTAMANTE**  
 Jefe de Supervision  
 CIP. 40836

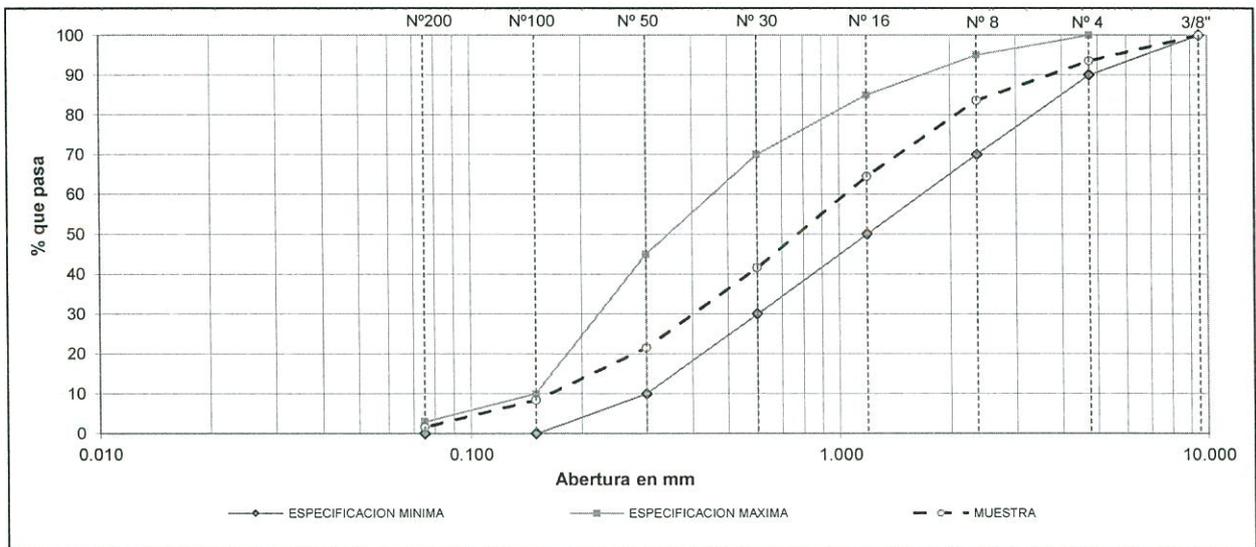
|  |   |   |
|--|---|---|
|  | <b>ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO</b> | <b>CC/OD-21</b><br><b>Version:01</b><br><b>Fecha:</b> |
|--|---|---|

( NORMA MTC E-204, AASHTO T-27 Y ASTM C-136)

|  |                    |                |
|--|--------------------|----------------|
| <b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> |                    |                |
| <b>OBRA</b>  | <b>CERTIFICADO</b> | : GR-03-14/003 |
| <b>MATERIAL</b> : Arena Natural 3/8"                         | <b>TECNICO</b>     | : W.G.A.       |
| <b>CANTERA</b> : COCHAMARCA                                  | <b>ING. RESP.</b>  | : J.M.G        |
|  | <b>FECHA</b>       | :              |

| TAMIZ   | ABERT. mm. | PESO RET. | %RET. | %RET. AC | % Q' PASA | ESPECIFICACION | DESCRIPCION DE LA MUESTRA        |
|---------|------------|-----------|-------|----------|-----------|----------------|----------------------------------|
| 1/2"    | 12.250     |           |       |          |           |                |                                  |
| 3/8"    | 9.500      |           |       |          | 100.0     | 100            | TAMAÑO MAX. : 3/8"               |
| # 4     | 4.750      | 72.0      | 6.4   | 6.4      | 93.6      | 90 - 100       | PESO TOTAL : 1120.0 gr           |
| # 8     | 2.360      | 112.0     | 10.0  | 16.4     | 83.6      | 70 - 95        |                                  |
| # 16    | 1.190      | 214.0     | 19.1  | 35.5     | 64.5      | 50 - 85        |                                  |
| # 30    | 0.600      | 256.0     | 22.9  | 58.4     | 41.6      | 30 - 70        | MODULO DE FINEZA: 2.87           |
| # 50    | 0.300      | 225.0     | 20.1  | 78.5     | 21.5      | 10 - 45        | MATERIAL PASA N° 200 AASHTO T-11 |
| # 100   | 0.150      | 147.0     | 13.1  | 91.6     | 8.4       | 0 - 10         | PESO INICIAL: 1120.0             |
| # 200   | 0.075      | 76.0      | 6.8   | 98.4     | 1.6       | 0 - 3          | PESO LAVADO: 1102                |
| < # 200 | FONDO      | 18.0      | 1.6   | 100.0    |           |                | % PASA MALLA N° 200: 1.6         |

### CURVA GRANULOMETRICA



|                           |       |
|---------------------------|-------|
| <b>Laboratorio</b>        | D: 02 |
| Nombre: <u>W. GARCIA</u>  | M: 06 |
| Firma: <u>[Signature]</u> | A: 14 |

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| <b>Ing. QA/QC-Producción</b> | D: 02 |
| Nombre: <u>L. HAMONI</u>     | M: 06 |
| Firma: <u>[Signature]</u>    | A: 14 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Ing. Residente</b>                     | D: |
| Nombre: <u>CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA</u> | M: |
| Firma: <u>[Signature]</u>                 | A: |

ING. JUAN MOISES CAJACURI CUELLAR  
ASIST. RESIDENTE - CIP 71262

|                           |    |
|---------------------------|----|
| <b>Supervision</b>        | D: |
| Control Calidad           | M: |
| Firma: <u>[Signature]</u> | A: |

Ing. [Signature] PEREZ BUSTAMANTE  
Jefe de Supervisión  
CIP. 40836

CONSORCIO DEL ORIENTE

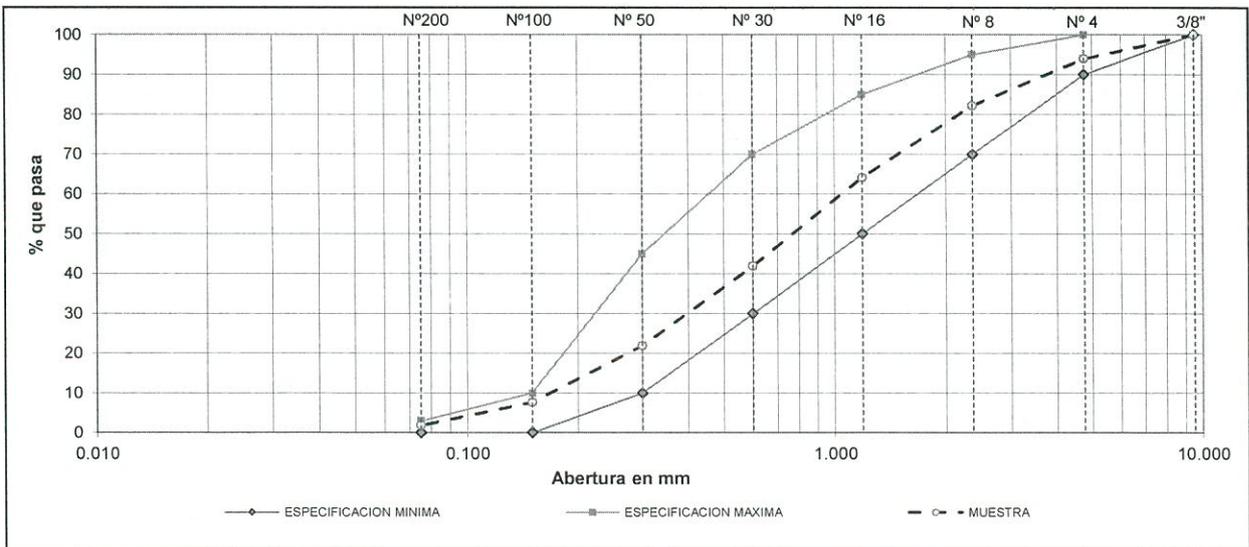
|  |   |   |
|--|---|---|
|  | <b>ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO</b> | <b>CC/OD-21</b><br><b>Version:01</b><br><b>Fecha:</b> |
|--|---|---|

( NORMA MTC E-204, AASHTO T-27 Y ASTM C-136)

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| <b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> |                                   |
| <b>OBRA</b>  | <b>CERTIFICADO</b> : GR-03-14/004 |
| <b>MATERIAL</b> : Arena Natural 3/8"                         | <b>TECNICO</b> : W.G.A.           |
| <b>CANTERA</b> : COCHAMARCA                                  | <b>ING. RESP.</b> : J.M.G.        |
|  | <b>FECHA</b> :                    |

| TAMIZ   | ABERT. mm. | PESO RET. | %RET. | %RET. AC | % Q' PASA | ESPECIFICACION | DESCRIPCION DE LA MUESTRA        |
|---------|------------|-----------|-------|----------|-----------|----------------|----------------------------------|
| 1/2"    | 12.250     |           |       |          |           |                |                                  |
| 3/8"    | 9.500      |           |       |          | 100.0     | 100            | TAMAÑO MAX. : 3/8"               |
| # 4     | 4.750      | 66.0      | 6.0   | 6.0      | 94.0      | 90 - 100       | PESO TOTAL : 1095.0 gr           |
| # 8     | 2.360      | 129.0     | 11.8  | 17.8     | 82.2      | 70 - 95        |                                  |
| # 16    | 1.190      | 198.0     | 18.1  | 35.9     | 64.1      | 50 - 85        |                                  |
| # 30    | 0.600      | 243.0     | 22.2  | 58.1     | 41.9      | 30 - 70        | MODULO DE FINEZA: 2.88           |
| # 50    | 0.300      | 219.0     | 20.0  | 78.1     | 21.9      | 10 - 45        | MATERIAL PASA N° 200 AASHTO T-11 |
| # 100   | 0.150      | 156.0     | 14.2  | 92.3     | 7.7       | 0 - 10         | PESO INICIAL: 1095.0             |
| # 200   | 0.075      | 64.0      | 5.8   | 98.2     | 1.8       | 0 - 3          | PESO LAVADO: 1075                |
| < # 200 | FONDO      | 20.0      | 1.8   | 100.0    |           |                | % PASA MALLA N° 200: 1.8         |

### CURVA GRANULOMETRICA



|                          |              |
|--------------------------|--------------|
| <b>Laboratorio</b>       | D:           |
| Nombre: <b>W. GARCIA</b> | <b>02</b>    |
| Firma:                   | M: <b>06</b> |
|                          | A: <b>04</b> |

|                              |              |
|------------------------------|--------------|
| <b>Ing. QA/QC-Producción</b> | D:           |
| Nombre: <b>L. RAMOS</b>      | <b>02</b>    |
| Firma:                       | M: <b>06</b> |
|                              | A: <b>14</b> |

|  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| <b>Ing. Residente</b>  | D:                                    |
| Nombre: <b>CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III</b>                            | <b>CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III</b> |
| Firma:   | <b>CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III</b> |
| <b>ING. JUAN MOISES CAJACURI CUELLAR</b><br>ASIST. RESIDENTE - CIP 71252 |                                       |

|  |                              |
|--|------------------------------|
| <b>Supervision</b>   | D:                           |
| Control Calidad  | <b>CONSORCIO DEL ORIENTE</b> |
| Firma:   | <b>CONSORCIO DEL ORIENTE</b> |
| <b>Ing. HENRIK PEREZ BUSTAMANTE</b><br>Jefe de Supervisión<br>CIP. 40836 |                              |

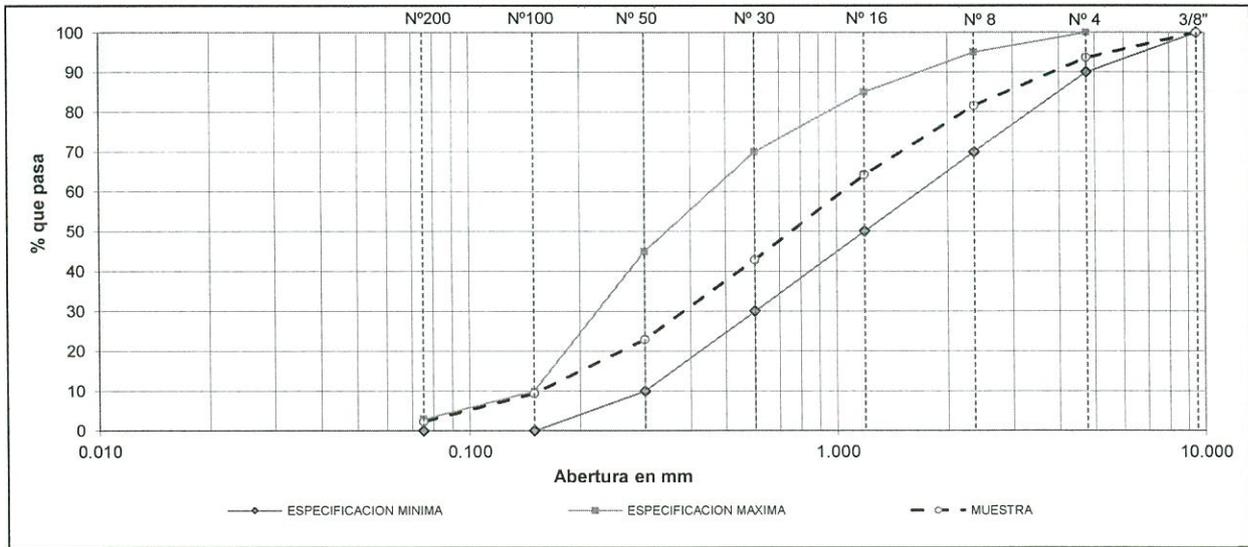
|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <b>ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO</b> | <b>CC/OD-21</b><br><b>Version:01</b><br><b>Fecha:</b><br><b>10.09.2012</b> |
|--|---|--|

( NORMA MTC E-204, AASHTO T-27 Y ASTM C-136)

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS |   |                                   |
|---|---|-----------------------------------|
| <b>OBRA</b>   | "Ampliación y Mejoramiento del Servicio de Internamiento Penitenciario en la Jurisdicción de la Oficina Regional Oriente Pucallpa" Etapa I. | <b>CERTIFICADO</b> : GR-03-14/005 |
| <b>MATERIAL</b>                                       | : Arena Natural 3/8"  | <b>TECNICO</b> : W.G.A.           |
| <b>CANTERA</b>  |   | <b>ING. RESP.</b> : J.M.G         |
|   |   | <b>FECHA</b> :                    |

| TAMIZ   | ABERT. mm. | PESO RET. | %RET. | %RET. AC | % Q' PASA | ESPECIFICACION | DESCRIPCION DE LA MUESTRA        |
|---------|------------|-----------|-------|----------|-----------|----------------|----------------------------------|
| 1/2"    | 12.250     |           |       |          |           |                |                                  |
| 3/8"    | 9.500      |           |       |          | 100.0     | 100            | TAMAÑO MAX. : 3/8"               |
| # 4     | 4.750      | 78.0      | 6.3   | 6.3      | 93.7      | 90 - 100       | PESO TOTAL : 1230.0 gr           |
| # 8     | 2.360      | 149.0     | 12.1  | 18.5     | 81.5      | 70 - 95        |                                  |
| # 16    | 1.190      | 213.0     | 17.3  | 35.8     | 64.2      | 50 - 85        |                                  |
| # 30    | 0.600      | 263.0     | 21.4  | 57.2     | 42.8      | 30 - 70        | MODULO DE FINEZA: 2.85           |
| # 50    | 0.300      | 245.0     | 19.9  | 77.1     | 22.9      | 10 - 45        | MATERIAL PASA N° 200 AASHTO T-11 |
| # 100   | 0.150      | 166.0     | 13.5  | 90.6     | 9.4       | 0 - 10         | PESO INICIAL: 1230.0             |
| # 200   | 0.075      | 88.0      | 7.2   | 97.7     | 2.3       | 0 - 3          | PESO LAVADO: 1202                |
| < # 200 | FONDO      | 28.0      | 2.3   | 100.0    |           |                | % PASA MALLA N° 200: 2.3         |

### CURVA GRANULOMETRICA



|                          |              |
|--------------------------|--------------|
| Laboratorio              | D:           |
| Nombre: <b>W. GARCIA</b> | <b>02</b>    |
| Firma:                   | M: <b>06</b> |
|                          | A: <b>14</b> |

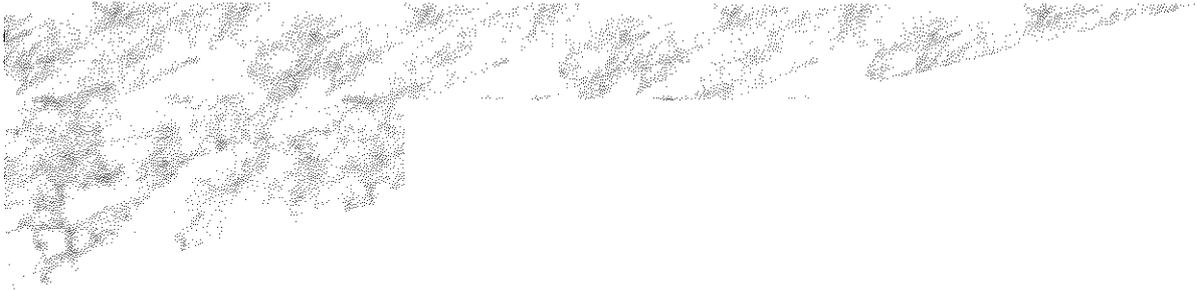
|                          |              |
|--------------------------|--------------|
| Ing. QA/QC-Producción    | D:           |
| Nombre: <b>L. MAMONI</b> | <b>02</b>    |
| Firma:                   | M: <b>06</b> |
|                          | A: <b>14</b> |

|                |    |
|----------------|----|
| Ing. Residente | D: |
| Nombre:        |    |
| Firma:         | M: |
|                | A: |

**CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA**  
**ING. JUAN MOISES CAJACURI CUELLAR**  
 ASIST. RESIDENTE - CIP 71262

|                 |    |
|-----------------|----|
| Supervision     | D: |
| Control Calidad |    |
| Firma:          | M: |
|                 | A: |

**CONSORCIO DEL ORIENTE**  
**Ing. HECTOR PEREZ BUSTAMANTE**  
 Jefe de Supervisión  
 CIP. 40836



# **EQUIVALENTE DE ARENA**



|  |                             |                        |
|--|-----------------------------|------------------------|
|  | <b>EQUIVALENTE DE ARENA</b> | CC/OD-26<br>Version:01 |
|--|-----------------------------|------------------------|

**EQUIVALENTE DE ARENA**  
(NORMA AASHTO T-176)

|   |                            |
|---|----------------------------|
| <b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> |                            |
| OBRA  | CERTIFICADO : EQ-03-14/001 |
| MATERIAL : Arena Natural 3/8"                                 | TECNICO : W.G.A.           |
| CANTERA : COCHAMARCA  | ING. RESP. : J.M.G         |

| MUESTRA : N°-001                        |    | IDENTIFICACION |       |  |  | Promedio |
|---|----|----------------|-------|--|--|----------|
|   |    | 1              | 2     |  |  |          |
| Tamaño máximo (pasa malla N° 4)         | mm | 4.75           | 4.75  |  |  |          |
| Hora de entrada a saturación            |    | 09:00          | 09:02 |  |  |          |
| Hora de salida de saturación (mas 10")  |    | 09:10          | 09:12 |  |  |          |
| Hora de entrada a decantación           |    | 09:12          | 09:14 |  |  |          |
| Hora de salida de decantación (mas 20") |    | 09:32          | 09:34 |  |  |          |
| Altura máxima de material fino          | mm | 4.80           | 4.70  |  |  |          |
| Altura máxima de la arena               | mm | 3.90           | 3.80  |  |  |          |
| Equivalente de Arena                    | %  | 81             | 81    |  |  | 81       |

Observaciones:

|                          |              |
|--------------------------|--------------|
| Laboratorio              | D:           |
| Nombre: <i>W. GARCIA</i> | <i>02</i>    |
| Firma:                   | M: <i>06</i> |
| <i>[Firma]</i>           | A: <i>14</i> |

|                         |              |
|-------------------------|--------------|
| Ing. QA/QC-Producción   | D:           |
| Nombre: <i>L. MANAN</i> | <i>02</i>    |
| Firma:                  | M: <i>06</i> |
| <i>[Firma]</i>          | A: <i>14</i> |

|                |    |
|----------------|----|
| Ing. Residente | D: |
| Nombre:        |    |
| Firma:         | M: |
| <i>[Firma]</i> | A: |

CONSORCIO ORIENTE PUGALLPA  
ING. JUAN MOISES CAJACURI COELLAR  
ASIST. RESIDENTE - CIP: 71252

|                 |    |
|-----------------|----|
| Supervision     | D: |
| Control Calidad |    |
| Firma:          | M: |
| <i>[Firma]</i>  | A: |

**CONSORCIO DEL ORIENTE**  
Ing. *[Firma]* PÉREZ BUSTAMANTE  
Jefe de Supervisión  
CIP. 40836

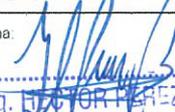
|  |                             |                        |
|--|-----------------------------|------------------------|
|  | <b>EQUIVALENTE DE ARENA</b> | CC/OD-26<br>Version:01 |
|--|-----------------------------|------------------------|

(NORMA AASHTO T-176)

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS |                      |             |                |
|--|----------------------|-------------|----------------|
| OBRA   |                      | CERTIFICADO | : EQ-03-14/002 |
| MATERIAL   | : Arena Natural 3/8" | TECNICO     | : W.G.A.       |
| CANTERA  | : COCHAMARCA         | ING. RESP.  | : J.M.G        |
|  |                      | FECHA       | :              |

| MUESTRA                                 | : | Nº-002 | IDENTIFICACION |       |  |  | Promedio |
|---|---|--------|----------------|-------|--|--|----------|
|   |   |        | 1              | 2     |  |  |          |
| Tamaño máximo (pasa malla Nº 4)         |   | mm     | 4.75           | 4.75  |  |  |          |
| Hora de entrada a saturación            |   |        | 10:23          | 10:25 |  |  |          |
| Hora de salida de saturación (mas 10")  |   |        | 10:33          | 10:35 |  |  |          |
| Hora de entrada a decantación           |   |        | 10:35          | 10:37 |  |  |          |
| Hora de salida de decantación (mas 20") |   |        | 10:55          | 10:57 |  |  |          |
| Altura máxima de material fino          |   | mm     | 4.60           | 4.50  |  |  |          |
| Altura máxima de la arena               |   | mm     | 3.70           | 3.60  |  |  |          |
| Equivalente de Arena                    |   | %      | 80             | 80    |  |  | 80       |

Observaciones:

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| Laboratorio<br>Nombre: <b>W. GARCIA</b><br>Firma: <br>D: 02<br>M: 06<br>A: 14 | Ing. QA/QC-Producción<br>Nombre: <b>L. MAMANI</b><br>Firma: <br>D: 02<br>M: 06<br>A: 14 | Ing. Residente<br>Nombre:<br>Firma: <br>D:<br>M:<br>A:<br><b>CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III</b><br><b>ING. JUAN MOISES CAJACURI CUELLAR</b><br><b>ASIST. RESIDENTE - CIP 71282</b> | Supervision<br>Control Calidad<br>Firma: <br>D:<br>M:<br>A:<br><b>CONSORCIO DEL ORIENTE</b><br><b>Ing. HECTOR PEREZ BUSTAMANTE</b><br><b>Jefe de Supervision</b><br><b>CIP. 40836</b> |
|--|--|--|--|

|  |                             |                                      |
|--|-----------------------------|--------------------------------------|
|  | <b>EQUIVALENTE DE ARENA</b> | <b>CC/OD-26</b><br><b>Version:01</b> |
|--|-----------------------------|--------------------------------------|

(NORMA AASHTO T-176)

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS |                            |
|--|----------------------------|
| OBRA   | CERTIFICADO : EQ-03-14/003 |
| MATERIAL : Arena Natural 3/8"                          | TECNICO : W.G.A.           |
| CANTERA : COCHAMARCA                                   | ING. RESP. : J.M.G         |
|  | FECHA :                    |

| MUESTRA : N°-003                        |    | IDENTIFICACION |       |  |  | Promedio |
|---|----|----------------|-------|--|--|----------|
|   |    | 1              | 2     |  |  |          |
| Tamaño máximo (pasa malla N° 4)         | mm | 4.75           | 4.75  |  |  |          |
| Hora de entrada a saturación            |    | 10:23          | 10:25 |  |  |          |
| Hora de salida de saturación (mas 10")  |    | 10:33          | 10:35 |  |  |          |
| Hora de entrada a decantación           |    | 10:35          | 10:37 |  |  |          |
| Hora de salida de decantación (mas 20") |    | 10:55          | 10:57 |  |  |          |
| Altura máxima de material fino          | mm | 4.90           | 5.00  |  |  |          |
| Altura máxima de la arena               | mm | 4.20           | 4.00  |  |  |          |
| Equivalente de Arena                    | %  | 86             | 80    |  |  | 83       |

Observaciones:

|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| Laboratorio              | D:        |
| Nombre: <i>W. GARCIA</i> | <i>02</i> |
| Firma:                   | M:        |
| <i>[Signature]</i>       | <i>06</i> |
|                          | A:        |
|                          | <i>14</i> |

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| Ing. QA/QC-Producción   | D:        |
| Nombre: <i>L. RAMON</i> | <i>02</i> |
| Firma:                  | M:        |
| <i>[Signature]</i>      | <i>06</i> |
|                         | A:        |
|                         | <i>14</i> |

|                    |    |
|--------------------|----|
| Ing. Residente     | D: |
| Nombre:            |    |
| Firma:             | M: |
| <i>[Signature]</i> |    |
|                    | A: |
|                    |    |

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA  
 ING. JUAN MOISES CAJACURI CUELLAR  
 ASIST. RESIDENTE - CIP 71252

|                    |    |
|--------------------|----|
| Supervision        | D: |
| Control Calidad    |    |
| Firma:             | M: |
| <i>[Signature]</i> |    |
|                    | A: |
|                    |    |

CONSORCIO DEL ORIENTE  
 Ing. HECTOR ESTEBAN BUSTAMANTE  
 Jefe de Supervision  
 CIP. 40836

|  |                             |                                      |
|--|-----------------------------|--------------------------------------|
|  | <b>EQUIVALENTE DE ARENA</b> | <b>CC/OD-26</b><br><b>Version:01</b> |
|--|-----------------------------|--------------------------------------|

(NORMA AASHTO T-176)

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS |                      |                            |
|--|----------------------|----------------------------|
| OBRA   |                      | CERTIFICADO : EQ-03-14/004 |
| MATERIAL   | : Arena Natural 3/8" | TECNICO : W.G.A.           |
| CANTERA  | : COCHAMARCA         | ING. RESP. : J.M.G         |

| MUESTRA : N°-004                        |    | IDENTIFICACION |       |  |  | Promedio |
|---|----|----------------|-------|--|--|----------|
|   |    | 1              | 2     |  |  |          |
| Tamaño máximo (pasa malla N° 4)         | mm | 4.75           | 4.75  |  |  |          |
| Hora de entrada a saturación            |    | 14:30          | 14:32 |  |  |          |
| Hora de salida de saturación (mas 10")  |    | 14:40          | 14:42 |  |  |          |
| Hora de entrada a decantación           |    | 14:42          | 14:44 |  |  |          |
| Hora de salida de decantación (mas 20") |    | 15:02          | 15:04 |  |  |          |
| Altura máxima de material fino          | mm | 4.60           | 4.80  |  |  |          |
| Altura máxima de la arena               | mm | 3.70           | 3.70  |  |  |          |
| Equivalente de Arena                    | %  | 80             | 77    |  |  | 79       |

Observaciones:

|                           |                 |
|---------------------------|-----------------|
| Laboratorio               | D.              |
| Nombre: <i>VO. GARCIA</i> | <i>02</i>       |
| Firma:                    | M:<br><i>26</i> |
|                           | A:<br><i>14</i> |

|                          |                 |
|--------------------------|-----------------|
| Ing. QA/QC-Producción    | D.              |
| Nombre: <i>L. HOSANI</i> | <i>02</i>       |
| Firma:                   | M:<br><i>06</i> |
|                          | A:<br><i>14</i> |

|                |                 |
|----------------|-----------------|
| Ing. Residente | D.              |
| Nombre:        | <i>02</i>       |
| Firma:         | M:<br><i>26</i> |
|                | A:<br><i>14</i> |

**CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III**  
**ING. JUAN MOISES CAJACURI CUELLAR**  
ASIST. RESIDENTE - CIP 71282

|  |                 |
|--|-----------------|
| Supervision                            | D.              |
| Nombre: <i>RECTOR PEREZ BUSTAMANTE</i> | <i>02</i>       |
| Firma:                                 | M:<br><i>26</i> |
|  | A:<br><i>14</i> |

**CONSORCIO DEL ORIENTE**  
**ING. RECTOR PEREZ BUSTAMANTE**  
Jefe de Supervisión  
CIP. 40836

|  |                             |                                      |
|--|-----------------------------|--------------------------------------|
|  | <b>EQUIVALENTE DE ARENA</b> | <b>CC/OD-26</b><br><b>Version:01</b> |
|--|-----------------------------|--------------------------------------|

(NORMA AASHTO T-176)

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS |                            |
|--|----------------------------|
| OBRA   | CERTIFICADO : EQ-03-14/005 |
| MATERIAL : Arena Natural 3/8"                          | TECNICO : W.G.A.           |
| CANTERA : COCHAMARCA                                   | ING. RESP. : J.M.G         |

| MUESTRA : N°-005                        |    | IDENTIFICACION |       |  |  | Promedio |
|---|----|----------------|-------|--|--|----------|
|   |    | 1              | 2     |  |  |          |
| Tamaño máximo (pasa malla N° 4)         | mm | 4.75           | 4.75  |  |  |          |
| Hora de entrada a saturación            |    | 14:30          | 14:32 |  |  |          |
| Hora de salida de saturación (mas 10")  |    | 14:40          | 14:42 |  |  |          |
| Hora de entrada a decantación           |    | 14:42          | 14:44 |  |  |          |
| Hora de salida de decantación (mas 20") |    | 15:02          | 15:04 |  |  |          |
| Altura máxima de material fino          | mm | 5.00           | 5.20  |  |  |          |
| Altura máxima de la arena               | mm | 4.00           | 4.20  |  |  |          |
| Equivalente de Arena                    | %  | 80             | 81    |  |  | 80       |

Observaciones:

|   |           |
|---|-----------|
| Laboratorio   | D:        |
| Nombre: <u>W. GARCIA</u>  | <u>02</u> |
| Firma:  | M:        |
|  | <u>06</u> |
|   | A:        |
|   | <u>14</u> |

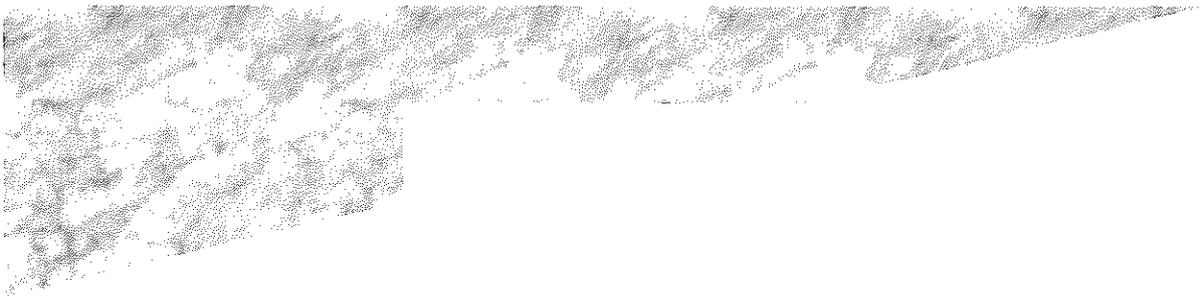
|   |           |
|---|-----------|
| Ing. QA/QC-Producción   | D:        |
| Nombre: <u>L. MADRANI</u>   | <u>02</u> |
| Firma:  | M:        |
|  | <u>06</u> |
|   | A:        |
|   | <u>07</u> |

|  |           |
|--|-----------|
| Ing. Residente   | D:        |
| Nombre:  | <u>02</u> |
| Firma:   | M:        |
|  | <u>06</u> |
|  | A:        |
|  | <u>14</u> |

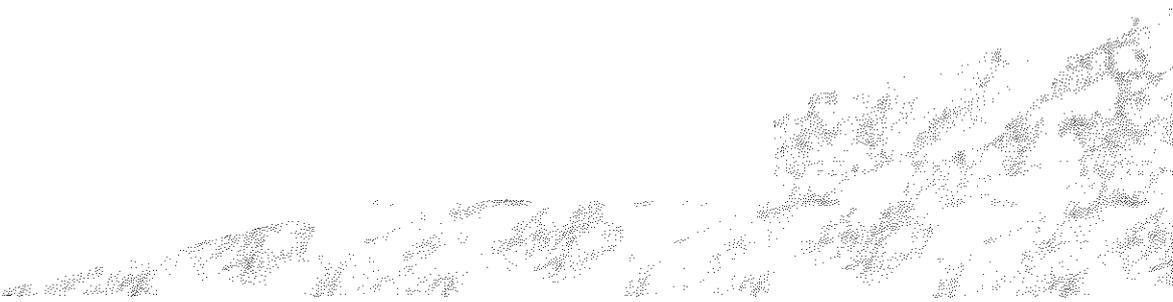
|   |           |
|---|-----------|
| Supervision   | D:        |
| Control Calidad   |           |
| Firma:  | M:        |
|  | <u>06</u> |
|   | A:        |
|   |           |

**CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III**  
 ING. JUAN MOISES CAJACURI CUELLAR  
 ASIST. RESIDENTE - CIP 71252

**CONSORCIO DEL ORIENTE**  
 ING. HECTOR PEREZ BUSTAMANTE  
 Jefe de Supervisión  
 CIP. 40836



# **GRAVEDAD ESPECÍFICA**



|   |   |
|---|---|
| <b>GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS</b> | <b>CC/OD-42</b><br><b>Version:01</b><br><b>Fecha:</b> |
|---|---|

(NORMA AASHTO T-84, T-85)

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS |             |                |
|--|-------------|----------------|
| <b>OBRA</b>  | TECNICO     | W.G.A.         |
| <b>MATERIAL</b> : Arena Natural 3/8"                   | ING. RESP.  | J.M.G          |
| <b>CANTERA</b> : COCHAMARCA                            | FECHA       |                |
|  | CERTIFICADO | : GE-03-14/001 |

| DATOS DE LA MUESTRA     |                                      |
|-------------------------|--------------------------------------|
| <b>MUESTRA</b> : N°-001 | <b>MATERIAL</b> : Arena Natural 3/8" |

| AGREGADO FINO |   |        |        |          |
|---------------|---|--------|--------|----------|
| A             | Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Aire ) (gr) | 500.0  | 500.0  |          |
| B             | Peso Frasco + agua                        | 733.8  | 1353.2 |          |
| C             | Peso Frasco + agua + A (gr)               | 1233.8 | 1853.2 |          |
| D             | Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)    | 1042.5 | 1663.4 |          |
| E             | Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)     | 191.3  | 189.8  |          |
| F             | Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)   | 488.1  | 488.5  |          |
| G             | Vol de masa = E - ( A - F ) (gr)          | 179.4  | 178.3  | PROMEDIO |
|               | Pe bulk ( Base seca ) = F/E               | 2.551  | 2.574  | 2.563    |
|               | Pe bulk ( Base saturada ) = A/E           | 2.614  | 2.634  | 2.624    |
|               | Pe aparente ( Base Seca ) = F/G           | 2.721  | 2.740  | 2.730    |
|               | % de absorción = ((A - F)/F)*100          | 2.438  | 2.354  | 2.40     |

Observaciones:

|   |                                  |  |                                  |   |                                  |  |
|---|----------------------------------|--|----------------------------------|---|----------------------------------|--|
| <b>Laboratorio</b><br>Nombre: <i>W. GARCIA</i><br>Firma: <i>[Firma]</i> | D:<br>02<br>M:<br>06<br>A:<br>14 | <b>Ing. QA/QC-Producción</b><br>Nombre: <i>L. HERRERA</i><br>Firma: <i>[Firma]</i> | D:<br>02<br>M:<br>06<br>A:<br>14 | <b>Ing. Residente</b><br>Nombre: <i>[Firma]</i><br>Firma: <i>[Firma]</i><br>ING. JUAN MOISES CAJACURI CUELLAR<br>ASIST. RESIDENTE - CIP 71252 | D:<br>02<br>M:<br>06<br>A:<br>14 | <b>Supervision Control Calidad</b><br>Firma: <i>[Firma]</i><br>Ing. <b>ROBERTO PÉREZ BUSTAMANTE</b><br>Jefe de Supervisión<br>CIP. 40836 |
|---|----------------------------------|--|----------------------------------|---|----------------------------------|--|



**PESO UNITARIO SUEL TO**

|  |                             |                        |
|--|-----------------------------|------------------------|
|  | <b>PESO UNITARIO SUELTO</b> | CC/OD-41<br>Version:01 |
|--|-----------------------------|------------------------|

(NORMA AASHTO T-19, ASTM C-29)

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS |  |
|--|--|
| OBRA :   | TECNICO : W.G.A.<br>ING. RESP. : J.M.G |
| MATERIAL : Arena Natural 3/8"                          | CERTIFICADO : PS-03-14/001             |
| CANTERA : COCHAMARCA                                   |  |

| AGREGADO FINO                 |                       |                |         |         |  |              |
|-------------------------------|-----------------------|----------------|---------|---------|--|--------------|
| CANTERA : : COCHAMARCA        |                       | IDENTIFICACION |         |         |  | Promedio     |
|                               |                       | 1              | 2       | 3       |  |              |
| Peso del recipiente + muestra | (Kg)                  | 9987.00        | 9974.00 | 9999.00 |  |              |
| Peso del recipiente           | (Kg)                  | 6672.00        | 6672.00 | 6672.00 |  |              |
| Peso de la muestra            | (Kg)                  | 3315.00        | 3302.00 | 3327.00 |  |              |
| Volumen                       | (m <sup>3</sup> )     | 2128.00        | 2128.00 | 2128.00 |  |              |
| Peso unitario Suelto humedo   | (Kg/m <sup>3</sup> )  | 1.558          | 1.552   | 1.563   |  | <b>1.558</b> |
| CONTENIDO DE HUMEDAD          |                       |                |         |         |  |              |
| Peso de tara                  | (g)                   | -              | -       | -       |  |              |
| Peso de tara + muestra humeda | (g)                   | -              | -       | -       |  |              |
| Peso de tara + muestra seca   | (g)                   | -              | -       | -       |  |              |
| Contenido de humedad          | (%)                   | -              | -       | -       |  |              |
| Peso unitario compactado seco | (Kg/cm <sup>3</sup> ) | -              | -       | -       |  |              |

Observaciones:

|                   |       |
|-------------------|-------|
| Laboratorio       | D: 02 |
| Nombre: W. GARCIA | M: 06 |
| Firma:            | A: 14 |

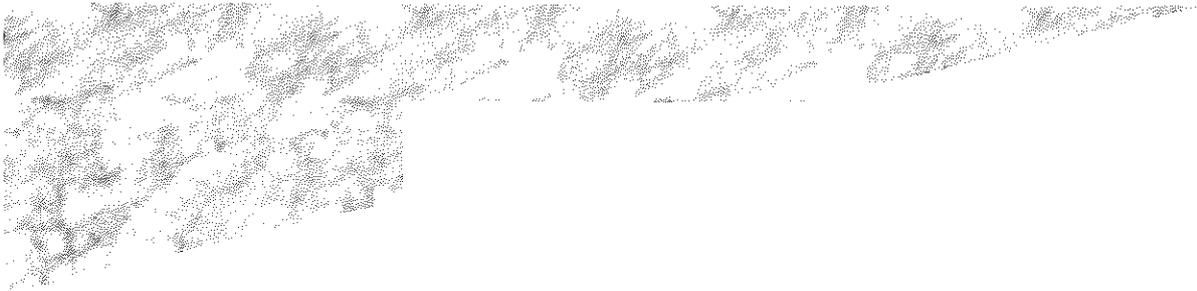
|                       |       |
|-----------------------|-------|
| Ing. QA/QC-Producción | D: 02 |
| Nombre: C. RAMOS      | M: 06 |
| Firma:                | A: 14 |

|                |       |
|----------------|-------|
| Ing. Residente | D: 02 |
| Nombre:        | M: 06 |
| Firma:         | A: 14 |

CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA III  
ING. JUAN MOISES CAJACURI CUELLAR  
ASIST. RESIDENTE - CIP 71162

|             |    |
|-------------|----|
| Supervision | D: |
| Nombre:     | M: |
| Firma:      | A: |

**CONSORCIO DEL ORIENTE**  
Control Calidad  
Ing. DIRECTOR PEREZ BUSTAMANTE  
Jefe de Supervisión  
CIP. 40836



# **PESO UNITARIO COMPACTO**



|  |                               |                                  |
|--|-------------------------------|----------------------------------|
|  | <b>PESO UNITARIO COMPACTO</b> | CC/OD-41<br>Version:01<br>Fecha: |
|--|-------------------------------|----------------------------------|

(NORMA AASHTO T-19, ASTM C-29)

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS |  |               |              |
|--|--|---------------|--------------|
| OBRA :   |  | TECNICO :     | W.G.A.       |
| MATERIAL : Arena Natural 3/8"                          |  | ING. RESP. :  | J.M.G        |
| CANTERA : COCHAMARCA                                   |  | FECHA :       |              |
|  |  | CERTIFICADO : | PC-03-14/001 |

| AGREGADO FINO                   |                       |                |          |          |  |          |
|---------------------------------|-----------------------|----------------|----------|----------|--|----------|
| CANTERA : : COCHAMARCA          |                       | IDENTIFICACION |          |          |  | Promedio |
|                                 |                       | 1              | 2        | 3        |  |          |
| Peso del recipiente + muestra   | (Kg)                  | 10565.00       | 10578.00 | 10593.00 |  |          |
| Peso del recipiente             | (Kg)                  | 6657.00        | 6657.00  | 6657.00  |  |          |
| Peso de la muestra              | (Kg)                  | 3908.00        | 3921.00  | 3936.00  |  |          |
| Volumen                         | (m <sup>3</sup> )     | 2123.00        | 2123.00  | 2123.00  |  |          |
| Peso unitario compactado humedo | (Kg/m <sup>3</sup> )  | 1.841          | 1.847    | 1.854    |  | 1.847    |
| CONTENIDO DE HUMEDAD            |                       |                |          |          |  |          |
| Peso de tara                    | (g)                   | -              | -        | -        |  |          |
| Peso de tara + muestra humeda   | (g)                   | -              | -        | -        |  |          |
| Peso de tara + muestra seca     | (g)                   | -              | -        | -        |  |          |
| Contenido de humedad            | (%)                   | -              | -        | -        |  |          |
| Peso unitario compactado seco   | (Kg/cm <sup>3</sup> ) | -              | -        | -        |  |          |

Observaciones:

|   |                                  |   |                                  |   |                                  |  |
|---|----------------------------------|---|----------------------------------|---|----------------------------------|--|
| Laboratorio<br>Nombre: <b>W. GARCIA</b><br>Firma:  | D:<br>02<br>M:<br>06<br>A:<br>14 | Ing. QA/QC-Producción<br>Nombre: <b>L. MORAÑA</b><br>Firma:  | D:<br>02<br>M:<br>06<br>A:<br>14 | Ing. Residente<br>Nombre: <b>CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA</b><br>Firma: <br><b>ING. JUAN MOISES CAJACURI CUELLAR</b><br>ASIST. RESIDENTE - CIP: 71282 | D:<br>02<br>M:<br>06<br>A:<br>14 | Supervision<br>Control Calidad<br><b>CONSORCIO DEL ORIENTE</b><br>Firma: <br><b>ING. HECTOR PEREZ BUSTAMANTE</b><br>Jefe de Supervisión<br>CIP: 40836 |
|---|----------------------------------|---|----------------------------------|---|----------------------------------|--|



**RESUMEN DE ENSAYOS DE  
GRAVA CHANCADA 1 1/2”  
Y CUADRO ESTADISTICO  
“CANTERA COCHAMARCA”**

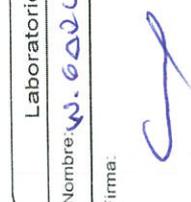


|  |  |
|--|--|
| <b>RESUMEN DE PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS</b> | <b>CC/OD-32</b><br>Version:01<br>Fecha: 10.09.2012 |
|--|--|

|  |   |
|--|---|
| <b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b> |   |
| OBRA :   | REALIZADO: W.G.A.<br>ING° RESP. : J.M.G |
| MATERIAL :   | : GRAVA 1 1/2"                          |
| CANTERA :  | : COCHAMARCA                            |

| N° de Certificado  | Fecha     | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - % QUE PASA TAMIZ |       |       |       |      |      | DURAB. SULF. Na | ABRAS. | % PART. CHATAS Y ALARG. | CARAS FRACT. |         | GRUM. ARC. | CARB. LIGNIT. | PESO UNITARIO |         | GRAVED. ESPECIF. | PART. LIVIANAS | CLORUR CL | SULF. SO4 |
|--------------------|-----------|--|-------|-------|-------|------|------|-----------------|--------|-------------------------|--------------|---------|------------|---------------|---------------|---------|------------------|----------------|-----------|-----------|
|                    |           | 1"   | 3/4"  | 1/2"  | 3/8"  | N° 4 | N° 8 |                 |        |                         | 1 CARA       | 2 CARAS |            |               | SUELTO        | COMPACT |                  |                |           |           |
| RG-03-14/001       | 01-03-14  | 100.0                                      | 70.2  | 39.6  | 24.1  | 8.0  | 3.5  | -               | -      | 6.7                     | 83.7         | -       | -          | 1.660         | 1.605         | 2.686   | -                | -              | -         |           |
| RG-03-14/002       | 02-03-14  | 100.0                                      | 75.4  | 35.4  | 18.6  | 7.4  | 4.4  | -               | -      | 3.5                     | 70.8         | -       | -          | -             | -             | -       | -                | -              | -         |           |
| RG-03-14/003       | 07-03-14  | 100.0                                      | 77.9  | 39.3  | 21.2  | 7.2  | 3.2  | -               | -      | 4.0                     | 66.8         | -       | -          | -             | -             | -       | -                | -              | -         |           |
| RG-03-14/004       | 12-03-14  | 100.0                                      | 70.9  | 34.0  | 21.3  | 9.9  | 5.8  | -               | -      | 4.2                     | 89.9         | -       | -          | -             | -             | -       | -                | -              | -         |           |
| RG-03-14/005       | 14-03-14  | 100.0                                      | 71.3  | 34.2  | 21.9  | 9.9  | 5.0  | -               | -      | 4.2                     | 86.7         | -       | -          | -             | -             | -       | -                | -              | -         |           |
| Lab. Extern        | Indicadas | -  | -     | -     | -     | -    | -    | 1.27            | 21.4   | -                       | -            | -       | 0.23       | -             | -             | -       | 0.21             | 0.0045         | 0.206     |           |
| n                  |           | 5  | 5     | 5     | 5     | 5    | 5    | 1               | 1      | 5                       | 5            | 5       | 1          | 1             | 1             | 1       | 1                | 1              | 1         |           |
| S                  |           | 500.0                                      | 365.7 | 182.5 | 107.0 | 42.5 | 21.9 | 1.3             | 21.4   | 22.6                    | 445.2        | 364.4   | 0.20       | 0.23          | 1.660         | 1.605   | 2.69             | 0.210          | 0.00      |           |
| ESPECIFICACION     |           | 95-100                                     | -     | 25-60 | -     | 0-10 | 0-5  | ≤18             | ≤40    | ≤15                     | ≥60          | -       | ≤0.25      | ≤0.5          | -             | -       | -                | ≤0.1%          | ≤1%       |           |
| Xp                 |           | 100.0                                      | 73.1  | 36.5  | 21.4  | 8.5  | 4.4  | 1.3             | 21.4   | 4.5                     | 89.0         | 72.9    | 0.20       | 0.2           | 1.660         | 1.605   | 2.69             | 0.210          | 0.00      |           |
| MIN                |           | 100.0                                      | 70.2  | 34.0  | 18.6  | 7.2  | 3.2  | 1.3             | 21.4   | 3.5                     | 85.9         | 66.8    | 0.20       | 0.2           | 1.660         | 1.61    | 2.69             | 0.21           | 0.00      |           |
| MAX                |           | 100.00                                     | 77.9  | 39.6  | 24.1  | 9.9  | 5.8  | 1.3             | 21.4   | 6.7                     | 93.3         | 83.7    | 0.20       | 0.2           | 1.660         | 1.61    | 2.69             | 0.21           | 0.00      |           |
| DESV. ESTANDAR     |           | 0.00                                       | 3.3   | 2.8   | 1.9   | 1.3  | 1.1  |                 |        | 1.2                     | 2.8          | 6.4     |            |               |               |         |                  |                |           |           |
| VARIANZA           |           | 0.00                                       | 11.0  | 7.6   | 3.8   | 1.8  | 1.1  |                 |        | 1.5                     | 8.0          | 40.6    |            |               |               |         |                  |                |           |           |
| COEF. DE VARIACION |           | 0.00                                       | 4.5   | 7.5   | 9.1   | 15.6 | 24.2 |                 |        | 27.4                    | 3.18         | 8.75    |            |               |               |         |                  |                |           |           |

**GRAVA CHANCADA 1 1/2" - CANTERA COCHAMARCA**

|  |              |
|--|--------------|
| <b>Laboratorio</b>   | <b>D: 02</b> |
| Nombre: <b>W. GARCIA</b>   | M: <b>06</b> |
| Firma:  | A: <b>14</b> |

|  |              |
|--|--------------|
| <b>Ing. QA/QC-Producción</b>   | <b>D: 02</b> |
| Nombre: <b>L. HONDAI</b>   | M: <b>06</b> |
| Firma:  | A: <b>14</b> |

|   |              |
|---|--------------|
| <b>Ing. Residente</b>   | <b>D: 02</b> |
| Nombre: <b>CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA</b>   | M: <b>06</b> |
| Firma:  | A: <b>14</b> |

|  |              |
|--|--------------|
| <b>Supervisión</b>   | <b>D: 02</b> |
| Nombre: <b>CONSORCIO ORIENTE PUCALLPA</b>  | M: <b>06</b> |
| Firma:  | A: <b>14</b> |

Ing. JUAN MOSES GAUCURI CUELLAR  
 Asist. Residente - CIP: 17282  
 Ing. HECTOR PEREZ BUSTAMANTE  
 Jefe de Supervisión  
 CIP: 40836